

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko – geologická fakulta

Katedra environmentálního inženýrství

**ADAPTAČNÍ STRATEGIE STATUTÁRNÍHO MĚSTA
OSTRAVY NA DOPADY A RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ ZE
ZMĚNY KLIMATU**

Bakalářská práce

Autor:

Michaela Rotterová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Silvie Drabinová, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA

Faculty of Mining and Geology

Department of Enviromental Engineering

**ADAPTATION STRATEGY OF THE STATUTORY
CITY OF OSTRAVA TO THE IMPACTS AND RISKS
ARISING FROM CLIMATE CHANGE**

Bachelor thesis

Author:

Michaela Rotterová

Supervisor:

Ing. Silvie Drabinová, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Katedra environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Michaela Rotterová**

Studijní program: B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 2102R006 Technologie a hospodaření s vodou

Téma: **Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika
vyplývající ze změny klimatu**
**Adaptation strategy of the statutory City of Ostrava to the impacts and
risks arising from climate change**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl
2. Klimatické změny
3. Obsah adaptační strategie
4. Dopady a rizika
5. Cíle a opatření
6. Kritická místa
7. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

HLAVÍNEK, P., P. PRAX, J. KUBÍK. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno, 2007, Ardec. ISBN 80-86020-55-X.

KREJČÍ, V. Odvodnění urbanizovaných území, NOEL 2000 s.r.o., Brno, 2002, 1. Vyd., 562 stran, ISBN 80-86020-39-8.

HLAVÍNEK, P. a P. PRAX. Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. 1.vyd. Praha: Pro Středisko ekologické výchovy. Lesy hl. m. Prahy vydal Ústav pro ekopolitiku ve spolupráci s Asociací pro vodu ČR a fakultu stavební ČVUT, 2009, 43 s. ISBN 978-80-87099-06-3.

VÍTEK, J., D. STRÁNSKÝ, I. KABELKOVÁ, V. BAREŠ, R. VÍTEK. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha, 2015. 128 stran. ISBN 978-80-260-7815-9.

Časopisy VTEI

Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Silvie Drabinová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a §60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution – NonCommercial – ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2019

Michaela Rotterová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Silvii Drabinové, Ph.D. za ochotu, čas věnovaný konzultacím a odborné vedení. Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Bc. Vítězslavu Dobešovi, CSc. za cenné rady. Mé poděkování patří samozřejmě i mé rodině, která mě při studiu plně podporovala.

ANOTACE

Bakalářská práce na téma Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu je především založena na dokumentech města Ostravy. V první části mé rešeršní práce jsou globálně popsány klimatické změny. Dále jsem se zabývala obsahem adaptační strategie, která se dělí na pět částí. V rámci práce jsou také popsány jednotlivé dopady a rizika ze změny klimatu v Evropě, České republice a v Ostravě. Hlavní část mé bakalářské práce tvoří ochranné cíle a opatření proti nežádoucím dopadům a rizikům klimatu. Poslední část mé bakalářské práce je věnována kritickým místům v Ostravě.

Klíčová slova: Adaptace, strategie, Ostrava, klima, srážky, sucho, voda, opatření

SUMMARY

The bachelor thesis on Adaptation Strategy of the Statutory City of Ostrava on impacts and risks arising from climate change is based mainly on documents of the city of Ostrava. In the first part of my research work, climate change is described globally. Next I dealt with the content of the adaptation strategy, which is divided into five parts. There are also described impacts and risks of climate change in Europe, Czech Republic and in Ostrava. The main part of my bachelor thesis consists of protective goals and measures against undesirable impacts and climate risks. The last part of my thesis is devoted to critical points in Ostrava.

Key-words: adaptation, strategy, Ostrava, climate, collision, dry season, water, provision

OBSAH

Obsah

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE	1
2	KLIMATICKÉ ZMĚNY	2
2.1	SKLENÍKOVÝ EFEKT	2
2.2	ZMĚNY TEPLoty	3
2.3	ZMĚNY ATMOSFÉRICKÝCH SRÁŽEK	4
2.4	ZMĚNY SNĚHOVÉ POKRÝVKY A MOŘSKÉHO LEDU	5
3	DOPADY A RIZIKA	6
3.1	DOPADY A RIZIKA ZE ZMĚNY KLIMATU V EVROPĚ	6
3.1.1	Vlny veder	6
3.1.2	Srážky	6
3.1.3	Tání ledovců	7
3.1.4	Teplota oceánů	7
3.2	DOPADY A RIZIKA ZE ZMĚNY KLIMATU V ČR	7
3.2.1	Teplota vzduchu	7
3.2.2	Extrémní srážky a povodně	8
3.2.3	Nedostatek vody a sucho	9
3.2.4	Vodní režim	9
3.2.5	Zemědělství	10
3.2.6	Lesní hospodářství	10
3.2.7	Lidské zdraví	11
3.2.8	Biodiverzita	12
3.2.9	Urbanizovaná krajina	12
3.3	DOPADY A RIZIKA ZE ZMĚNY KLIMATU V OSTRAVĚ	13
3.3.1	Teplota vzduchu	13
3.3.2	Srážky	15
3.3.3	Další charakteristiky	16
3.3.4	Lesní hospodářství	17
3.3.5	Zemědělská krajina	19

3.3.6	Sucho	20
3.3.7	Povodně	21
4	OBSAH ADAPTAČNÍ STRATEGIE	23
4.1	Krátkodobé cíle	25
4.2	Střednědobé cíle	25
4.3	Dělení adaptační strategie	26
5	CÍLE A OPATŘENÍ	28
5.1	Zásadní typy adaptačních opatření	29
5.2	STRATEGICKÉ CÍLE.....	32
5.2.1	DOSTATEK VODY.....	32
5.2.2	PŘÍJEMNÉ MĚSTO.....	34
5.2.3	ZDRAVÁ KRAJINA	35
5.2.4	OCHRANA KLIMATU	36
5.2.5	LIDÉ	37
6	KRITICKÁ MÍSTA	38
7	ZÁVĚR	40
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	41
	SEZNAM ZKRATEK	45
	SEZNAM OBRÁZKU	46
	SEZNAM TABULEK	47

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

V současnosti dochází k velké změně klimatu a ta zásadně ovlivňuje fungování celé naší planety a stává se tak prioritním problémem. Ze satelitních dat, americké vesmírné agentury NASA, která zkoumá zásoby sladké vody, by se celá řada oblastí na planetě mohla ocitnout v akutních problémech. Od roku 2002 prošly zásoby sladké vody drastickými změnami. Nejvíce vody spotřebují hlavně farmáři k zavlažování, proto v některých oblastech silně ubylo vodních zdrojů. Některé země díky dlouhodobému suchu vyčerpaly zásoby podzemní vody. Naopak v některých regionech výrazně vzrostla hladina vody a může docházet až k záplavám. Dochází ke změnám zásoby podzemní vody, změně množství sněhové pokrývky, ledovců a ke změnám hladiny moře. Díky počítačovým modelům je tak možné vytvořit si představu o předpokládaných změnách v koloběhu vody i z hlediska stále se zhoršujících klimatických změn.

Právě změna klimatu je tedy ve 21. století jedním z nejvýznamnějších rizik, kterému lidstvo čelí. V posledních letech roste globální průměrná teplota a dochází k extrémním výkyvům počasí. V současné době je důvodem globální změny klimatu nadměrná produkce skleníkových plynů, které především vznikají ze spalování fosilních paliv.

Ze změny klimatu tak vyplývají i určité dopady a rizika, kterými se budu v mé práci zabývat dále, a to jak v Evropě, tak v České republice a Ostravě. V dnešní době jsou například stále častější silné deště a extrémní povětrnostní jevy. Může tak docházet k povodním, ke snížení kvality vody a zároveň může docházet ke zhoršení dostupnosti vodních zdrojů. Dále se potýkáme s častějšími vlnami veder, extrémním suchem a lesními požáry. Změna klimatu má i dopady na lidské zdraví, lesní hospodářství, zemědělství, vodní režim, biodiverzitu a urbanizovanou krajinu.

Na tyto dopady a rizika se města snaží připravit, proto vznikl i projekt UrbanAdapt jehož cílem je spustit a rozvíjet proces přípravy adaptační strategie měst.

Cílem mé bakalářské práce je představit adaptační strategii města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu a její strategické cíle a opatření, které chce statutární město Ostrava realizovat. Na začátku popisuji globálně klimatické změny. Ve stěžejní části se budu ve své práci zabývat obsahem adaptační strategie města Ostravy, která zahrnuje navržení a vyhodnocení vhodných adaptačních cílů a opatření. Dále se detailně zaměřím na některá opatření z každého strategického cíle. V neposlední řadě popíšu vybraná nejkritičtější místa města Ostravy, která byla vybrána podle analýzy zranitelnosti a dalších specifik.

2 KLIMATICKÉ ZMĚNY

Klima neboli podnebí je dlouhodobý průběh počasí na určitém místě trvající desítky až milióny let a je podmíněný bilancí energie (poměr mezi příjmem a výdejem energie), atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu, i samozřejmě činností člověka. Je výsledkem složitého řetězce vzájemně propojených procesů. Tyto procesy vycházejí z atmosféry, z dějů na pevnině, oceánů ale také v biosféře a ledovcích. Tomu říkáme klimatický systém, který je složen z pěti nejdůležitějších složek: atmosféry, hydrosféry, kryosféry, litosféry a biosféry. Díky výměně energie mezi klimatickým systémem a jeho kosmickým okolím dochází uvnitř k velkému množství procesů různých prostorových, energetických a časových měřítek. V atmosféře probíhají rychlé změny, kdy se může jednat o minuty až měsíce podle toho, v jaké vrstvě atmosféry se vyskytují. V oceánech je větší setrvačnost, v horních vrstvách se můžeme bavit o měsících až rocích, za to v hlubinné vrstvě o desítkách let až tisíciletí. U pevninských ledovců se pohybujeme v měřítku několika století a u Antarktidy a Grónska až několika miliónů let. [1]

Faktory způsobující změnu klimatu můžeme rozdělit na vnější a vnitřní včetně lidské činnosti. Změna klimatu se většinu času odehrávala bez přítomnosti člověka, proto je nazýváme jako přirozené změny. Patří sem především změny slunečního záření dopadající na planetu Zemi, sklon zemské osy a koncentraci skleníkových plynů díky kterým, na naší planetě není průměrná teplota pod bodem mrazu, změny deskové tektoniky, sopečná činnost a hustota vegetace, biologické procesy a chemické složení atmosféry. Dnes člověk působí na změnu klimatu nejen v lokálním a regionálním měřítku ale, již i v měřítku globálním. Antropogenní změny, tedy změny člověkem způsobené, se dělí na změny:

- ve složení atmosféry v globálním měřítku
- ve využívání krajiny.

V globálním měřítku je zásah člověka tak závažný, tím myslíme například zesilování skleníkových efektů atmosféry, že byla uzavřena v roce 1992 mezinárodní dohoda. Tuto dohodu nazvaly jako „Rámcová úmluva OSN o změně klimatu.“ Česká republika se k této úmluvě přidala 7.10.1993. [1]

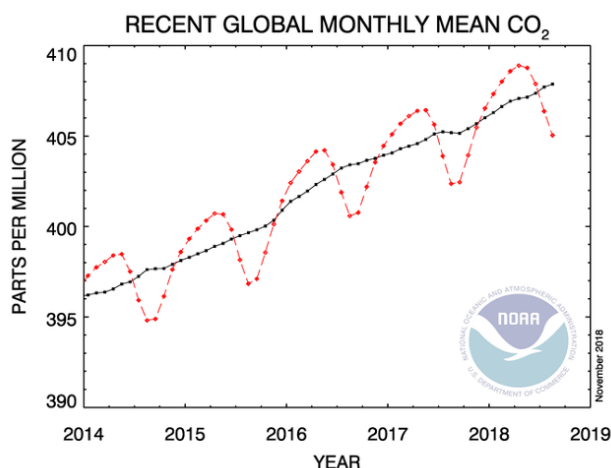
2.1 SKLENÍKOVÝ EFEKT

Skleníkový efekt je proces, který se vyskytuje na planetě Zemi téměř od začátku jejího vzniku. Dochází k rovnováze mezi energií vyřazovanou Sluncem tj. krátkovlnné záření a energií, kterou Země odráží zpět do Vesmíru. Takovou energii nazýváme dlouhovlnné záření. Tato rovnováha určuje teplotu na naší planetě. Zemský povrch ohřívá krátkovlnné sluneční záření, které prochází atmosférou. Naopak dlouhovlnné záření, které Země odráží je částečně pohlcováno atmosférou a vyřazováno zpět. Tudíž se část energie vrací zpět na zemský povrch a společně s nejspodnější částí atmosféry se ohřívá. Tento proces má funkci skleníku, proto tento jev často označujeme jako skleníkový efekt a plyny,

způsobující tento jev, nazýváme skleníkovými plyny. Skleníkové plyny můžeme rozdělit do dvou skupin:

- Přírozené atmosférické plyny
- Antropogenní plyny

Přírozenými atmosférickými plyny jsou vodní pára, oxid uhličitý, metan. Antropogenními skleníkovými plyny jsou také oxid uhličitý, metan ale i oxid dusný a zcela fluorované uhlovodíky. Antropogenní plyny jsou častým důsledkem spalování fosilních paliv, kácením lesů, globální přeměnou krajiny, jejichž působením dochází ke klimatickým změnám. Bez výskytu přírodních skleníkových plynů by průměrná teplota na Zemi byla o 33°C nižší než teď, tedy na planetě Zemi by byla teplota přibližně -18°C. Proto je účinek skleníkového efektu nezbytný pro předpoklad života na Zemi. V současnosti je však koncentrace těchto skleníkových plynů vysoká a stále narůstá, což můžeme vyhodnotit z následujícího obrázku č.1. [2]



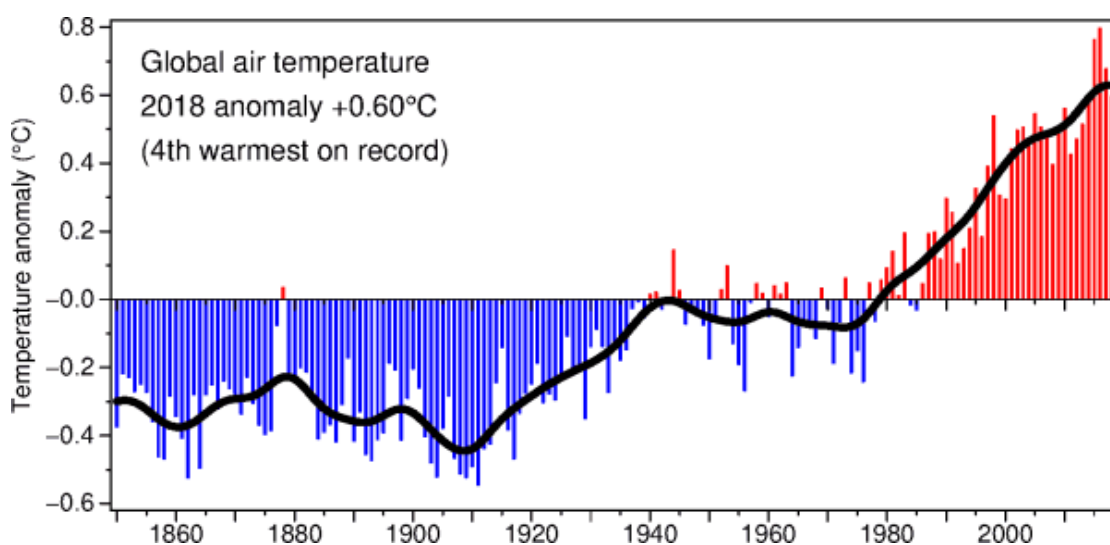
Obrázek 1: Globální koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře – měsíční průměry v posledních pěti letech [3]

2.2 ZMĚNY TEPLoty

Na zemském povrchu byla v roce 2006 průměrná teplota o 0,42 °C vyšší a tento rok byl tak šestým nejteplejším rokem od roku 1850. Na severní polokouli byla teplota o 0,59 °C vyšší než třicetiletý průměr za období 1961 až 1990 a stal se tak čtvrtým nejteplejším rokem od roku 1850. Za to na jižní polokouli byla teplota vyšší v roce 2006 o 0,26 °C a byl osmým nejteplejším rokem. V různých oblastech se vyskytly i záporné odchylky od dlouhodobého ročního průměru teploty, a to například v centrální oblasti Ruska. Teplotní růst byl zaznamenáván jak na pevnině, tak i nad oceánem. V posledních dvou desetiletích rostly průměrné teploty nad pevninou dvakrát rychleji než nad oceánem. Ve 20. století

probíhalo oteplování rychleji než v jakémkoliv jiném období za posledních 1000 let. Z měření roku 1979 z meteorologických družic a sond je jasné, že se zemských povrch a troposféra oteplují, zatímco stratosféra se ochlazuje. „Od 50. let 20. století se zvyšuje i teplota vody (do hloubky cca 700 m) v některých oblastech světového oceánu.“ [4]

Z nejnovějších výzkumů Climate Research Unit, který používá nejnovější analýzu, označovanou jako HadCRUT4 bylo v období 2001-2010 zaznamenán nárůst teploty o $0,49^{\circ}\text{C}$ nad průměrem od roku 1961-1990 a bylo o $0,21^{\circ}\text{C}$ teplejší než v letech 1991-2000. Roky 2015 a 2016 jsou jasně nejteplejší roky s nárůsty teplot o $0,76^{\circ}\text{C}$ v roce 2015 a o $0,80^{\circ}\text{C}$ v roce 2016 a s rokem 2017 s nárůstem o $0,68^{\circ}\text{C}$ jako třetím rokem. Nejchladnější rok 21. století, byl rok 2008 s hodnotou $0,40^{\circ}\text{C}$ a byl teplejší než všechny roky v 20. století s výjimkou roku 1998. Průměr teploty za prvních sedm let současné dekády (2011-2017) je o $0,11^{\circ}\text{C}$ teplejší než průměr pro dekádu 2001-2010. Tato časová řada je sestavena společně výzkumnou jednotkou Climatic Research a UK Met Office Hadley Center, kterou můžeme pozorovat na obrázku č.2. Teplo nebo chlad je každým rokem silně ovlivňován tím, že došlo k události El Niño nebo La Niña, ke kterým došlo v oblasti rovníku Tichého oceánu. [4]

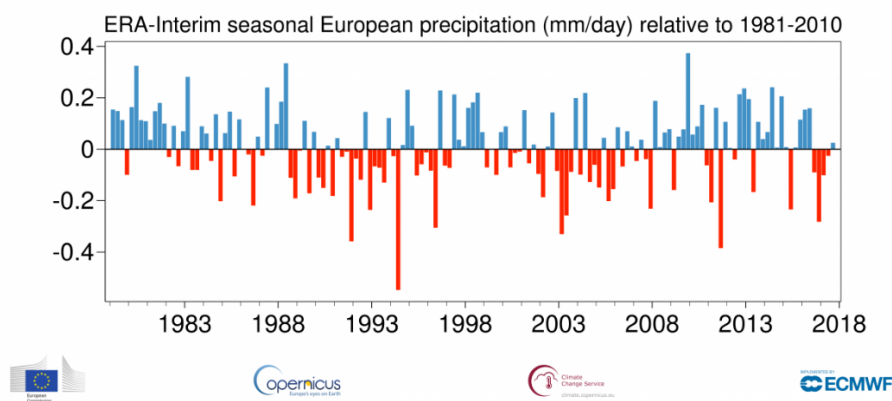


Obrázek 2: Odchylky globálního ročního průměru teploty vzduchu při zemském povrchu od průměru za období 1961-2017 [5]

2.3 ZMĚNY ATMOSFÉRICKÝCH SRÁŽEK

Atmosférické srážky jsou proměnlivé v prostoru i v čase. Do poloviny 20. století byl zaznamenán růst srážek nad pevninou, poté až do 90. let byl zaznamenán pokles. V období 1900 až 2005 byly zaznamenány významné zvýšené úhrny srážek ve východních částech USA a Kanady i Jižní Ameriky, Severní Evropě a v severní a střední Asii. V zemích Sahelu, Středomoří a v Jižní Africe byl především pokles úhrnu srážek. V současnosti se četnost výskytu srážek zvýšila téměř v celé Evropě a do budoucna můžeme počítat se

zvýšením dopadů z povodňových událostí. Změny atmosférických srážek v Evropě jsou zobrazeny v časové ose na obrázku č.3. [6]



Obrázek 3: Změny atmosférických srážek v Evropě [7]

2.4 ZMĚNY SNĚHOVÉ POKRÝVKY A MOŘSKÉHO LEDU

Už od konce 19. století je celosvětově zaznamenán ústup horských ledovců, jak můžeme vidět na obrázku číslo 4. V horách zejména v nižších nadmořských výškách ubývá zimní pokrývka, protože došlo ke zvýšení teploty vzduchu a nestačily kompenzovat růst zimních srážek v podobě sněhu. Může ale také docházet k opačnému jevu, v arktických oblastech a výše položených místech, kde dojde ke zvýšení sněhové pokrývky, tím dojde ke zvýšení průměrné teploty a k rychlému tání. Průměrná doba, po kterou jsou zamrzlá jezera a řeky, se zkrátila ve středních a vysokých zeměpisných šířkách za posledních 100 až 150 let až o dva týdny. [6]

Tání ledovců je důsledkem oteplování Země a je globálním ekologickým problémem hlavně kvůli zvýšení skleníkového efektu. V Severním ledovém oceánu se tloušťka zalednění na jaře a v létě zmenšuje až o 40 %. V Arktidě se průměrná tloušťka ledu zmenšila až na 3 m. V Grónsku zalednění mizí 50 km rychlostí za rok a na Kilimandžáru, nejvyšší hoře Afriky zbylo pouhých 12 % původní ledové pokrývky. [6]



Obrázek 4: Tání ledovce Stein Glacier ve Švýcarsku vlivem změny klimatu [8]

3 DOPADY A RIZIKA

Změny klimatu se projevují zejména s nárůstem teploty vzduchu a extrémní počasí jako:

- sucho
- vichřice
- kroupy
- přívalové deště
- povodně

V budoucnu vědci očekávají nárůst teploty až o 1,5 °C a na konci století až o 3,3 °C. Celkové úhrny srážek se nijak v budoucnu měnit nebudou jen dojde ke změně jejich rozložení v prostoru a čase, budou velmi nerovnoměrné. Bude docházet k výparu a s kombinací dalších faktorů se tak zvýší i riziko sucha. Rizika spojená se změnou klimatu zahrnují vlny veder a rozvoj městského tepelného ostrova, přívalové srážky a povodně ve městech, sucho a nedostatek vody. [9]

3.1 DOPADY A RIZIKA ZE ZMĚNY KLIMATU V EVROPĚ

Celá Evropa je již zastižena klimatickou změnou jejíž rychlost je čím dál větší a můžeme předpokládat nárůst jejího vlivu na životní prostředí a lidstvo. V budoucnu se očekává podle Evropské agentury pro životní prostředí (EEA), že se k nynějším dopadům přidají další a způsobí nevídané škody. [6] [10] [11]

3.1.1 Vlny veder

V dnešní době se globální průměrná teplota ve světě pohybuje kolem 0,8 °C a postupně se zvyšuje. „Podle posledních údajů Světové meteorologické organizace byly roky 2014, 2015 i 2016 nejteplejšími v historii měření, tedy od roku 1880.“ [10] Klimatickou změnou v Evropě se zabývá Evropská agentura pro životní prostředí. Po celé Evropě byly zaznamenány vyšší průměrné teploty a rok 2015 byl doposud jedním z nejteplejších z období 2006-2015. Teplota v Evropě by měla narůst o 1,4-3,1 °C. Stejně jako rok 2015 byl i rok 2018 suchý. [10] [12]

V současnosti počet letních a tropických dní narůstá a jejich nárůst se předpokládá i do budoucna. V letech 2003, 2006, 2007, 2010, 2014 a 2015 zažila Evropa vlny veder, naopak počet chladných extrémů bylo málo. Tyto vlny způsobily desetitisíce úmrtí, a pokud se lidstvo nepřizpůsobí mohl by nárůst veder způsobit další nespočet úmrtí. Naopak v mnoha zemích bude úmrtí souviset s chladem. [6] [10] [12]

3.1.2 Srážky

Na jihu Evropy srážky ubývají zatím co na severu přibývají. Díky narůstající teplotě se zvětšuje intenzita koloběhu vody, a to má dopad na rozvodňování řek v severní Evropě. V jižní Evropě naopak dochází k častějšímu vysychání vodních toků a minimální stavy vody v tocích budou v létě významně klesat. [6] [10] [12]

3.1.3 Tání ledovců

Od devadesátých let se u Grónského pevninského ledovce rychlost tání zdvojnásobila. Mezi roky 2005 a 2009, každým rokem došlo k průměrnému poklesu 250 miliard tun hmoty. Alpské ledovce ztratily přibližně dvě třetiny svého objemu od roku 1850. Snižuje se počet dní, kdy by měl padat sníh, a zmenšuje se rozsah území se sněhovou pokrývkou. Následkem tání ledu se zvyšuje hladina oceánů. Bude-li globální oteplování pokračovat, vzroste teplota na Zemi až o 4,5 °C, a tím se do konce 21.století může zvýšit hladina světového oceánu až o 58 cm. To by znamenalo rozsáhlé záplavy obydlených oblastí. Zanikly by státy jako Kiribati a další tichomořské ostrovy, zaplaveny budou velké oblasti Bangladéše, Nizozemí atd. [1] [13] [14]

3.1.4 Teplota oceánů

Mořské proudy se oteplují rychleji, a teplota moří se celosvětově zvýšila o 0,6 °C. Takovým případem je Golfský proud. Teplo, které přenáší z Karibské oblasti do Evropy, může za mírné klima ve střední a severní Evropě. Změna jeho proudění by měla významný vliv na klima v Evropě. [14]

3.2 DOPADY A RIZIKA ZE ZMĚNY KLIMATU V ČR

V České republice byla změna klimatu v posledních letech řešena několika projekty. Jako například „Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření“. Czechadapt, také jinak-systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a území ČR, kde jeho výstupy jsou podrobně zpracovány na webových stránkách www.klimatickazmena.cz. Dopadům ze změny klimatu, a hlavně adaptacím se věnuje projekt UrbanAdapt.¹ [14]

3.2.1 Teplota vzduchu

V Česku stoupne pravděpodobně průměrná teplota do roku 2040 minimálně o 1°C, pokud emise skleníkových plynů porostou zvýší se teplota do roku 2060 až o 2,5 °C. Díky tomu se zvýší počet tropických a letních dnů, kdy by měla teplota přesáhnout 30°C. V letech 2040-2060 může počet tropických dní být podle studie o 8 až 12 dní více a letních dní až o 35 více. Se zvýšeným počtem tropických dní souvisí i větší počet tropických nocí, kdy maximální teplota vzduchu neklesne pod 20°C. Zvýší se i počet vln veder, tedy série šesti a více dnů, kdy teplota přesáhne hranici 30 a více °C. Do roku 2000 se na území ČR objevovaly 1-2 vlny za rok, do roku 2039 mohou přibýt další 1-2 vlny. Vlny horka mají negativní účinek na lidské zdraví, ekonomiku a mohou podporovat častý vznik a šíření požárů. Dopady vln horka jsou nejvýraznější v městských oblastech, kde dochází k efektu

¹ UrbanAdapt je projekt jehož cílem je reagovat na dopady a rizika ze změny klimatu ve městech, spustit a rozvíjet proces přípravy adaptačních strategií měst, navrhnout a vyhodnotit vhodná adaptační opatření pro vybrané oblasti.

tepelného ostrova, kdy nadměrná tepla přechází ve vyšší teploty v porovnání s okolní krajinou. [9]

Na druhou stranu se sníží počet ledových dnů, kdy maximální denní teplota je nižší než 0 °C a sníží se počet mrazových dnů, kdy minimální teplota klesne pod 0°C. V chladné části roku bude vzrůst teplot významněji a během roku bude ledových dnů až o 14 méně. [15]

Tabulka 1: Odchyly průměrných teplot v ČR od roku 2010-2018 [16]

Odchyly průměrných teplot v ČR ve stupních Celsia od roku 2010													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Celý rok
2010	-3,0	-0,9	-0,2	-0,2	-1,5	0,8	2,2	-0,3	-1,5	-2,0	2,1	-4,0	-0,7
2011	0,8	-1,1	1,0	2,6	0,3	1,1	-1,5	0,6	1,8	-0,3	-0,4	2,8	0,6
2012	1,8	-4,3	2,3	0,5	1,4	1,1	0,4	0,9	0,4	-0,7	1,9	-0,5	0,4
2013	0,1	-0,5	-3,6	0,2	-1,0	0,0	1,6	0,4	-1,0	0,9	1,2	2,1	0,0
2014	2,5	3,0	3,3	1,9	-0,9	0,2	1,4	-1,6	1,2	1,9	3,1	2,5	1,5
2015	2,9	0,8	1,1	-0,1	-0,6	0,3	2,4	4,0	0,3	-0,3	2,8	4,6	1,5
2016	0,6	3,9	0,4	-0,2	0,4	1,4	0,8	-0,3	3,0	-0,7	-0,2	0,4	0,8
2017	-3,6	2,0	3,0	-1,0	0,8	2,4	0,7	1,5	-1,0	1,4	0,8	1,7	0,7
2018	3,8	-2,6	-2,1	4,8	3,2	1,7	1,9	3,3	1,7	1,9	1,4	2,1	1,7

3.2.2 Extrémní srážky a povodně

Za posledních 50 let se četnost výskytu extrémních srážek zvýšila téměř v celé Evropě a má dále narůstat i během 21. století. Do budoucna můžeme počítat se zvýšením dopadů z povodňových událostí, zejména co se týče škod na majetku a počtu postižených osob. V evropské unii je Česká republika jednou z nejohroženějších zemí co do rozsahu povodněmi ohrožených měst. [9]

Povodně způsobují nejen ztráty na lidských životech a zdraví, ale mohou způsobovat škody na veřejné infrastruktuře, majetku a budovách či na životním prostředí. Díky extrémním srážkám a povodním může docházet k erozím a sesuvům půdy, tím docházet ke zhoršení kvality vody. Dále může docházet k ekonomickým ztrátám i snížení produktivity z důvodu výpadků transportu a dodávek energie. [9]

Celoměstským problémem je však nedostatečná možnost zasakování srážkové vody při přívalových deštích. Hlavní příčinou bleskových povodní totiž bývají přívalové deště čímž může docházet k nárazovému rozvodnění drobných vodních toků a přetížení kanalizací. Často nízká propustnost povrchu ve městech způsobuje velmi rychlý odtok dešťové vody, která je navíc odváděna nejčastěji jednotnou kanalizací. Což znamená

kanalizací jak pro dešťové, tak i pro splaškové vody. A tím dochází k zatěžování čistíren odpadních vod. [9]

3.2.3 Nedostatek vody a sucho

Nedostatek vody je dočasný stav s možným dopadem na základní lidské potřeby, hospodářskou činnost a životní prostředí. Naopak sucho je definováno jako výkyv hydrologického cyklu a projevu je se zejména v důsledku deficitu srážek. Projevu je se zmenšením průtoků ve vodních tocích a stavu podzemní vody. Problém sucha souvisí s hydrologií, klimatologií a meteorologií. Jeho dopady jsou srovnatelné jako s dopady z povodní. Ve vegetačním období bývá srážkový deficit doprovázen často i nadprůměrnými teplotami, nižší vlhkostí vzduchu, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Tyto meteorologické prvky pak mají za následek vyšší evapotranspiraci, čím nadále narůstá nedostatek vody a současně se prodlužuje období sucha. [9]

Na zdroje vody mají negativní vliv především nárůst populace ve městech, zvýšení spotřeby vody, změny ve využití území a kácení lesů, které jsou velice důležité pro koloběh vody a ochlazování přehřátého území. V budoucnu tedy můžeme zaznamenat pokles vydatnosti vodních zdrojů hlavně zejména v důsledku zvýšení nerovnoměrnosti rozdělení dešťových srážek a také v důsledku čím dál větší nerovnováhy mezi poptávkou po vodě a její dostupností. [9]

Zatím není jasné, zda rok 2019 nebude dalším ze suchých roků, které zažíváme v posledních letech.

3.2.4 Vodní režim

Vodní režim je v našich podmínkách asi nejvíce ovlivněn probíhajícími změnami. Působí na kvantitu, kvalitu a stav vodních zdrojů, stejně jako dostupnost a spotřebu vody. Narůstají rizika povodní a záplav kvůli zvyšování průtoků, a naopak kvůli jejich snižování dochází k výskytu suchých období. Na mnoha povodích se podle simulací mohou průměrné průtoky snížit až o 25-40 %, což by vedlo k zásadním změnám celého hydrologického režimu. Podobně by na tom byly minimální průtoky a minimální odtoky podzemních vod. Budou se měnit roční chody odtoků, vyšší zimní teploty zapříčiní úbytek zásoby vody ze sněhu a bude docházet i ke zvyšování územního výparu. [17]

Povodí, která mají významné akumulační prostory v podobě zásob podzemní vody nebo přehradních nádrží, jsou vůči klimatickým změnám odolnější. Kvalita povrchových vod se změní v důsledku snížených průtoků zvýšenou teplotou a následnou eutrofizací, kdy dochází k znehodnocování a zhoršování kvality povrchové vody díky zvýšené koncentraci dusíku a fosforu. A může dojít až k růstu vegetačního zákalu a vodního květu. V létě a na podzim se ve sušších oblastech prohloubí a prodlouží deficit vody. [17]

3.2.5 Zemědělství

Vlivem změny klimatu se bude snižovat i primární produkce rostlinného krytu a bude se zvyšovat rozklad půdní organické hmoty. Díky zvýšenému rozkladu se následně sníží i mikrobiální půdní aktivita a uvolňování uhlíku rostlinami, a tak se podpoří proces desertifikace. S nárůstem koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře dojde ke zvýšení zdrojů pro fotosyntézu a tím se zlepší efektivita spotřeby vody rostlinami. Pravděpodobně v důsledku extrémních projevů počasí jako například sucha a nadměrné deště často vedou i uhynutí hospodářských zvířat a rostlinných druhů někdy i celého ekosystému. Bez výrazného zvýšení srážek a nárůstu výparu bude díky suchu docházet ke snížení výnosu úrody. [17]

Některé dopady však mohou být naopak pozitivní. Prodlouží se vegetační období v nejteplejších oblastech, které bude začínat začátkem března a končit na konci října. Období zraní a sklizně by mohlo být uspíšeno o 10-14 dní. [17]

3.2.6 Lesní hospodářství

Působením klimatické změny dochází ke zhoršování zdravotního stavu a stability převážně smrkových lesů v nižších a středních položených oblastech. V takových lesích se rozvíjejí patogenní škůdci, „kteří se uplatňují jako iniciační i mortalitní stresor ve všech věkových stupních.“ [17] I když se naše dřevinná skladba lesů mění a na úkor smrku pomalu narůstá podíl listnatých dřevin a jedle, je i tak jeho současný podíl vysoký a činí až 53 %. To představuje velké riziko rozpadu nevhodných rozsáhlých smrkových porostů, tj. monokultur se všemi souvisejícími důsledky:

- Složitost obnovy velkých holin stinnými listnáči a jedlí
- Rychlá mineralizace humusových horizontů
- Ovlivnění vodního režimu a vodní bilance
- Nebezpečí eroze
- Kumulace škod zvěří okusem

Avšak nejvýznamnějším důsledkem je v takových porostech sucho, které může v mnoha případech za chřadnutí smrkových porostů. Pokud se sníží vodní hladina na stanovištích, které jsou vodou ovlivněny, vyvolá to přísušky, což má za důsledek vytváření infekce červenou hnilobou a snižování statické stability smrkových porostů vůči větru. Když už jsou smrkové porosty oslabené, začínají na jejich oslabení reagovat i další škůdci a další organismy. To pak má za následek škody vyvolané extrémními povětrnostními situacemi. Takovým škůdcem, který napadá smrkové lesy, je kůrovec (lýkožrout smrkový). Živí se lýkem stromu a rapidně se rozšířil. Avšak stromy díky suchu a nedostatku vody chřadnou a nedokážou se bránit, proto dochází k odlesňování. [17] [18]

3.2.7 Lidské zdraví

Změnou klimatu netrpí jen životní prostředí, ale i lidské zdraví. Díky globálnímu oteplování dochází ke zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Teplotní šoky pociťují i oceány a začíná se zvyšovat jejich teplota. Tyto změny vedou k častějším a extrémnějším suchům, požárům a povodním, které mají za příčinu zvyšující populaci komárů a klíšťat, které přenášejí závažná infekční onemocnění. Dalším zásadním vlivem na lidské zdraví mají kontaminované vody a potraviny, které vyvolávají šíření chorob, růst výskytu infekčních nemocí přenášených hmyzem a hlodavci a také dochází ke zvýšení počtu dýchacích onemocnění. Zhoršují se i chronická onemocnění kupříkladu astma, stres a úzkost. Z posledních výsledků vychází, že díky změnou klimatu dochází ke zranění a úmrtí 150 tisíců lidí ročně. [19] [20]

- Dýchací onemocnění

Pacienti trpící dýchacím onemocněním jako jsou astma, respirační infekce a chronická obstrukční choroba, jsou nejvíce ohroženi díky neustále měnící se teplotě. Zvýšením teploty o 1 °C se zvyšuje úmrtnost těchto postižených pacientů až o 6 %. V České republice trpí chronickou obstrukční chorobou plic asi 8 % dospělých. S touto nemocí je spojena vysoká úmrtnost, invalidita, nutnost hospitalizace a zhoršení kvality života. Čím je vyšší stádium nemoci, tím jsou i vyšší náklady na její léčbu. [19] [20]

- Infekční choroby

Podmínky pro šíření infekčních nemocí, které jsou přenášeny hmyzem jako například klíšťaty a komáry, jsou změnou klimatu zlepšují. Kvůli mírnějším zimním obdobím může dojít ke zvýšení populace klíšťat, které přenášejí lymskou boreliózu a klíšťovou encefalitidu. Dochází také k rozšíření populace písečných mušek, které jsou vhodným přenašečem pro parazity rodu *Leishmania*. Dalším vlivem na šíření infekčních nemocí jsou přívalové deště, které mohou zapříčinit vyplavení patogenů a rozsáhlou kontaminaci vod. Zvýšením teploty vody dochází k vyššímu výskytu škodlivých řas, snížení vodní hladiny vodních toků a v letním období se může zase zvyšovat riziko bakteriálního a chemického znečištění vody. S velkou pravděpodobností se zvýší i počet infekčních nemocí, které jsou citlivé na změnu teploty jako například salmonelóza. Počet nemocných lidí salmonelózou by během dvaceti let mohl vzrůst až o 20 tisíc případů ročně. [19] [20]

Díky změně klimatu může docházet i ke zvýšení mentálních poruch. Jedna publikovaná studie tvrdí, že je závislost mezi zvyšující se průměrnou teplotou o 1 stupeň celsia a zvýšením počtem sebevražd. Na základě získaných dat z této studie, vědci odhadují, že klimatická změna bude mít za příčinu 14 000 sebevražd do roku 2050. [21]

3.2.8 Biodiverzita

Klimatická změna ovlivňuje i biologickou rozmanitost od jednotlivých genů až po celou krajinu. U nás mezi nejvíce ohrožené ekosystémy patří horské ekosystémy a ekosystémy tvořené zbytky původních travinných porostů. „Změny se nejvíce projeví v ekosystémech nad posouvající se horní hranicí lesa, kde zranitelnost umocňuje jejich relativně malá rozloha.“ [17] Mezi nejvíce ohrožené druhy patří planě rostoucí rostliny a volně žijící živočichové, kteří jsou velmi vázáni na specifické stanoviště. Většinu našeho území naopak osídlí teplomilné druhy. Důsledkem změny bude reakce rostlin a živočichů se posouvat do oblastí, kde pro svou existenci budou mít vhodnější podmínky jako například vyšší nadmořské výšky a severnější polohy a dokážou se tak novým podmínkám přizpůsobit. Ale jestli vhodné podmínky nenaleznou hrozí jim vyhynutí například zhruba jedné desetině sledovaných rostlinných druhů. Jenom jedna pětina rostlin se může měnícímu se klimatu přizpůsobit rychle a účinně. [17]

Mezi další možné negativní dopady na biodiverzitu patří i zásahy člověka do přírody a krajiny. Například výstavbou přehrady, která má za cíl odvrátit možná nedostatek vody, může v některých případech znamenat velké významné ohrožení biologické rozmanitosti. I při pěstování plodin pro biopaliva nebo velkoplošné zalesňování v zemědělsky využívané krajině mohou být zničeny cenné zbytky původního prostředí nebo dokonce může být podpořeno šíření invazních rostlinných druhů i včetně dřevin. [17]

3.2.9 Urbanizovaná krajina

Celkovým zvýšením teploty se vytváří tzv. Městský tepelný ostrov. Je to oblast města, která je výrazně teplejší než okolní krajina. Vzniká tak, že přirozený povrch (louka, les, pole) je nahrazen umělým (asfalt, beton, sklo), který mnohem víc zadržuje teplo ze slunečního záření než přirozený povrch. Jeho související vznik a vývoj, především ovlivňují tři faktory:

1. Zastavění území (zástavba, vozovky, chodníky.)
2. Typy povrchů
3. Vlastnosti povrchů

U vlastností povrchů mluvíme zejména o schopnosti absorbovat teplo. Zvýšená teplota pak způsobuje vysychání povrchových a podzemních vod. [17]

Nejpříhodnější vlastnosti povrchu, které jsou schopné vázat a uvolňovat vodu mají například mokřady, nezakrytá půda nebo vegetace. Vzrostlé stromy v ulicích a na veřejných prostranstvích vytvářejí stín a mají schopnost velmi dobře odrážet sluneční záření. Parky, zelené střechy, zelené fasády, mokřady, lesoparky a další vegetace mají nízkou tepelnou kapacitu. Kdyby nastala vlna horka začne se primárně uvolňovat voda a přebytečné teplo se spotřebuje k vypařování a nedojde tak k nadbytečné absorpci slunečního záření. Podobně se chovají povrchy schopné odrážet sluneční záření a povrchy, které mají nízkou tepelnou kapacitou. [17]

Avšak ve městě jsou i takové povrchy, které nejsou schopné vázat a uvolňovat vodu. Absorbují sluneční záření a akumulují teplo. Do těchto povrchů patří beton, asfalt a souvislá zástavba. Pokud nejsou tyto povrchy zastíněny, mohou maximální denní teploty v našich klimatických podmínkách během letních měsíců dosahovat víc jak 50° C. Tyto povrchy pak během noci uvolňují akumulované teplo a dochází tak k nárůstu minimální noční teploty a tím ke zvýšení četnosti tropických nocí, kdy minimální teplota neklesne pod 20° C. [9] [17]



Obrázek 5: Heat island [22]

3.3 DOPADY A RIZIKA ZE ZMĚNY KLIMATU V OSTRAVĚ

Pro odhad budoucích skutečných hodnot budoucího vývoje na území města Ostravy, můžeme využít data a modely, které byly zpracovány v předchozích letech v České republice. Například se jedná o tyto:

1. Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření - Pretel (2011),
2. Klimatická změna – www.klimatickazmena.cz - CzechGlobe (do 2016),
3. Výstupy regionálních klimatických modelů na území ČR pro období 2015 až 2060 – Univerzita Karlova (2015).

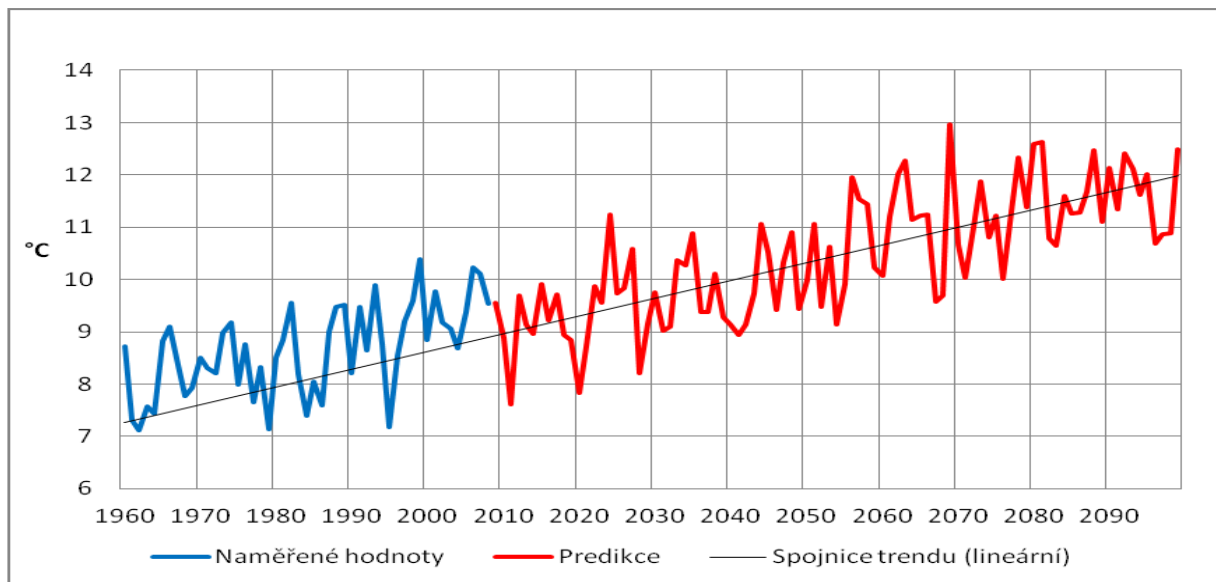
Obsažená skutečná data v těchto studiích byla využita pro odhad budoucího vývoje na území města Ostravy. [14]

3.3.1 Teplota vzduchu

Dosavadní a předpokládaný vývoj průměrných ročních teplot na území statutárního města Ostravy můžeme vyčíst z grafu, kde můžeme vidět patrné kolísání a nárůst teplot od roku 1961 do budoucnosti. Za období od roku 1961 do roku 2009 byla celková průměrná teplota 8,6°C. Můžeme sledovat výrazný nárůst teplot, jelikož za období 1961-1980 byla

naměřena průměrná roční teplota 8,1 °C, ale za období 1981-2009 už teplota vzrostla na 8,9°C. [14]

Předpokládaný nárůst ročních průměrných teplot do budoucna v nejbližším období do roku 2040 je až o 0,4 °C oproti období 1981-2009. V období 2040-2069 by měla průměrná roční teplota narůst až na 10,3 °C a v období 2070 až 2100 až na 11,4 °C. Teplota tedy naroste až o 2,8 °C oproti období 1961-2009. Vše je patrné z grafu. [14]



Obrázek 6: Pozorované a budoucí průměrné roční teploty v Ostravě (°C) v období 1961-2009 [14]

K nárůstu teplot dojde ve všech měsících. Především v letních měsících červenec až září, kdy by průměrná teplota měla narůst do roku 2039 až o 1 °C, v období 2040-2069 až o cca 2 °C a v období 2070 až 2100 cca o 3-4 °C. [14]

Postupné narůstání průměrných ročních teplot ovlivňuje i další charakteristiky. Především k nim patří evapotranspirace. Evapotranspirace je celkový výpar ze zemského povrchu do atmosféry z určitého území. Skládá se z výparu fyzikálního jinak evaporace a z výparu fyziologického jinak transpirace. Mezi další charakteristiky patří výskyt extrémních teplot, které mohou zapříčinit výskyt suchých období, další sněhové podmínky a tak dále. [14]

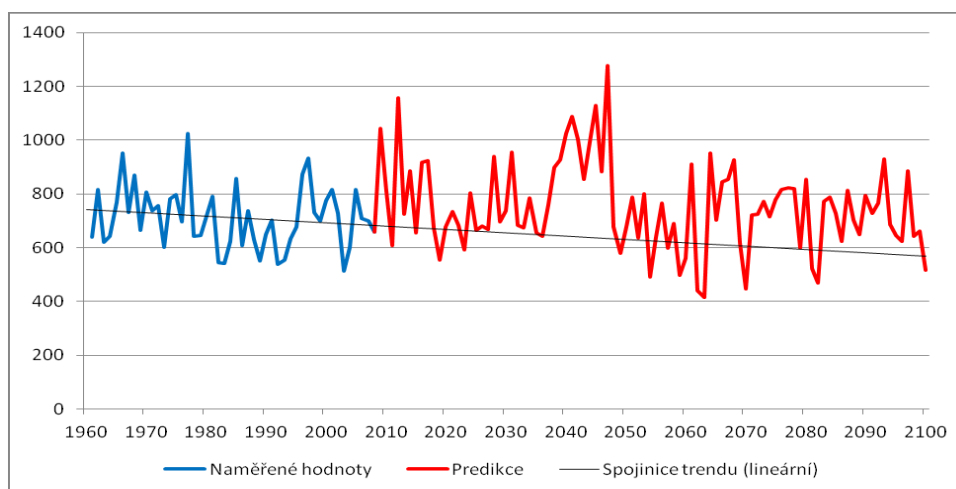
Kvůli nárůstu průměrných teplot dojde ke zvýšení evapotranspirace a zvýšení ohrožení sucha. Zvýšená evapotranspirace znamená větší nároky na vodu. Další spojení se zvýšenou evapotranspirací je zkrácená délka trvání sněhové pokrývky a snížení množství sněhu, což bude ovlivňovat množství podzemní vody a intenzitu jarního tání. [14]

Jako další budou nárůstem teploty ovlivněny i některé oblasti. Jako nejzávažnější ovlivněná oblast bude kvalita života ve městě a zdravotní stav obyvatel. Na zvýšené teploty a vlny veder jsou nejnáchylnější senioři nebo také lidé, kteří trpí chronickými nemocemi, a malé děti. Důsledkem zhoršeného zdravotního stavu především kvůli chronickým onemocněním se zvýší i míra úmrtnosti jako důsledek horka. Dalšími oblastmi

jsou pracovní prostředí, výroba a cestovní ruch. Tyto oblasti jsou podrobněji řešeny dále. [14]

3.3.2 Srážky

Na území statutárního města Ostravy se očekává zachování současného stavu úhrnu srážek až k závěru století by měl být mírný pokles. Přičemž průměrné roční srážky by v nadcházejících letech měly mírně narůstat. Ale v jednotlivých letech můžeme zaznamenat zřejmě vysokou nestálost srážek. [14]



Obrázek 7: Pozorované a budoucí průměrné roční srážky v Ostravě (mm) [14]

V jednotlivých měsících nebo obdobích roku je vývoj srážkových úhrnů názornější.

- Zimní období – od prosince do března

Bude se zachovávat současný stav, to znamená, že do konce 21. století by měly srážkové úhrny zůstat v obdobné výši. S narůstáním teplot bude ubývat sněhových srážek, ale naopak přibude dešťových. [14]

- Jarní období – duben až červen a částečně i podzimní období – říjen, listopad

V tomto období je předpokládán výraznější nárůst srážek. Do roku 2070 bude v těchto měsících úhrn srážek narůstat oproti období 1961-2008 až o 30 % ale dojde k mírnému poklesu a to na konci století. [14]

- V letních měsících jako je červenec, srpen a září je předpokládán výraznější pokles. V srpnu by mělo srážek ubývat nejvíce až o 40 %, naopak v červenci a září dojde k zastavení až k mírnému nárůstu v příštích dvou obdobích. Až v posledním období dojde k výraznějšímu poklesu oproti období 1961-2008.

Aktuálně je na Ostravsku 70-80 dní bez srážek ročně a jejich počet se bude neustále zvyšovat případně až na 90-100 dní ročně do konce tohoto století. [14]

Naopak je předpokládán nárůst srážkových extrémů. Bude se také zvyšovat jinak četnost a intenzita přívalových srážek, které souvisí s povodněmi. Tyto jevy ale nejsou na Ostravsku konkrétněji modelovatelné. [14]

Vyšší teploty v kombinaci s nižšími srážkami v letním období mohou vést k řadě navazujících dopadů. Hlavně budou přibývat intenzivnější a čtenější období sucha. Tím bude docházet ke snižování průtoků ve vodních tocích a tlaku na vodní zdroje. Tím se zvednou i požadavky na zajištění dodávek vody v průmyslu a zemědělství. Zvedne se i riziko požárů. [14]

3.3.3 Další charakteristiky

Přehled dosavadních a budoucích skutečných hlavních teplotních rozdílů jak ročních a měsíčních, tak sezónních jsou uvedeny výše. Zde jsou řešeny další charakteristiky související s klimatickou změnou. [14]

Tabulka 2: Budoucí skutečné hodnoty vývoje dalších teplotních charakteristik v Ostravě [23]

Další teplotní charakteristiky				
charakteristika	1981-2010	2010-2030	2030-2050	2050-2090
Průměrný počet tropických dní (dny/rok)	11-15	16-20	21-25	31-40
Průměrný počet letních dní (dny/rok)	51-60	61-70	71-80	81-100
Průměrný počet mrazových dní (dny/rok)	101-120	81-100	61-80	51-60
Průměrný počet ledových dní (dny/rok)	31-40	21-30	11-20	11-20
Četnost výskytu horkých vln (za rok)	1-2	2-3	3-4	3-4
Průměrná délka horké vlny (dny)	6-7	8-9	10-12	13-15
Průměrná doba trvání horkých vln (dny/rok)	6-10	21-30	31-40	41-50

Z tabulky můžeme vidět výrazný nárůst počtu letních a tropických dní. V současném období 2010-2030 je počet tropických dní 16-20 dní ročně a do konce století naroste počet tropických dní až na 31-40 dní ročně. Naroste i počet letních dní, kdy v současném období počítáme s 61-70 dny ročně do konce století to bude až 81-100 letních dní. Zatímco tropické a letní dny budou výrazně narůstat mrazivé a ledové dny budou klesat. [14]

Za nejvýznamnější charakteristiku bereme vlny horka. Na území města Ostravy očekáváme jejich častější výskyt. V současném období se vyskytovaly 2 až 3 vlny horka za rok. Jejich počet se ale do konce století výrazně zvýší až na 3-4 vlny horka a jejich trvání se z cca týdne prodlouží až na dva týdny. [14]

Tabulka 3: Tabulka dalších srážkových charakteristik v Ostravě [14]

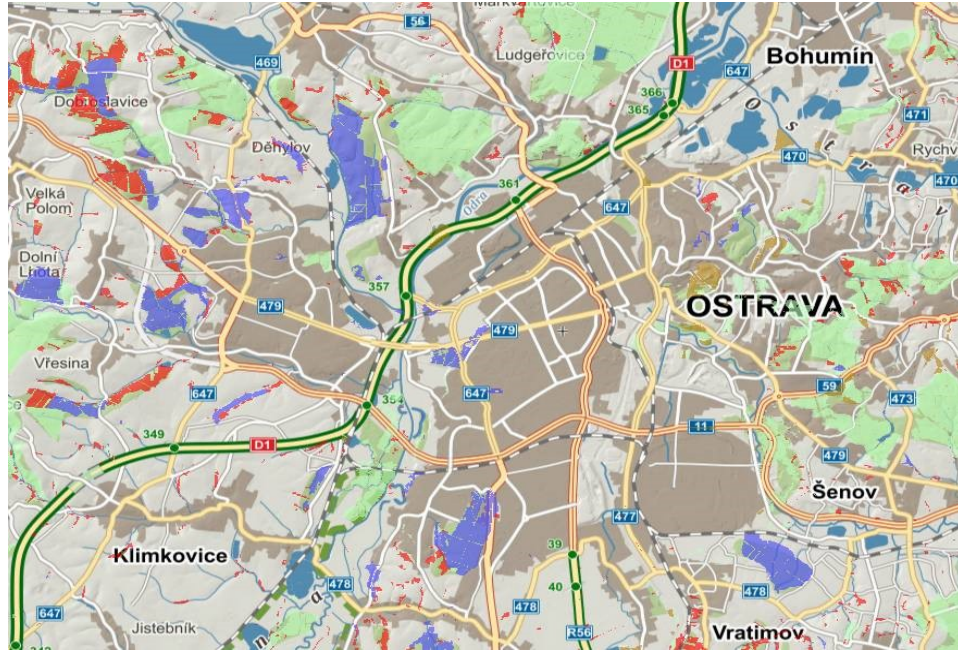
Další srážkové charakteristiky				
Charakteristika	1981-2010	2010-2030	2030-2050	2050-2090
Průměrný úhrn srážek v létě (6-8) (mm)	251-300	251-300	251-300	201-250
Počet srážkových dní s úhrnem \geq 5 mm (dny)	41-45	36-40	36-40	36-40
Počet srážkových dní s úhrnem \geq 10 mm (dny)	16-20	16-20	16-20	16-20
Sněhová pokrývka nad 3 cm (dny/rok)	41-50	21-30	21-30	11-20
Sněhová pokrývka nad 30 cm (dny/rok)	2-5	2-5	0-1	0-1

Z hlediska dalších srážkových vlastností nejsou zaznamenány další výraznější změny budoucích skutečných hodnot. Úhrn srážek v letních měsících by měl být zachován, ale počet dní se srážkovým úhrnem nad 5 mm by se měl mírně snížit. [14]

Dále z nich vyplývá, že v současném období sněhová pokrývka nad 3 cm setrvává 41-50 dní. Tento počet se bude snižovat na 21-30 dní a ke konci století můžeme počítat s 11 až 20 dny. Sněhová pokrývka nad 30 cm na území města Ostravy se přestane téměř vyskytovat. Ze současných 2-5 dní se na konci století bude vyskytovat jen jeden den. [14]

3.3.4 Lesní hospodářství

Ostravské lesy zaujímají ve městě plochu 2476,2 hektarů, což je 11,5 % plochy z celého města. Lesy České republiky a statutární město Ostrava jsou jedny z největších vlastníků. Ostravské městské lesy a zeleň s.r.o. obhospodařují lesní pozemky, které jsou ve vlastnictví města. Z 1055 ha lesa tvoří hospodářské lesy 77 ha, ochranné lesy tvoří 2 ha a lesy zvláštního určení zaujímají 976 ha. Ostatní lesy má ve vlastnictví církev nebo soukromý vlastník. Z níže uvedené mapky je patrné rozmístění těchto lesů. [14]



Obrázek 8: Vlastnictví lesů na území města Ostravy a okolí [14]

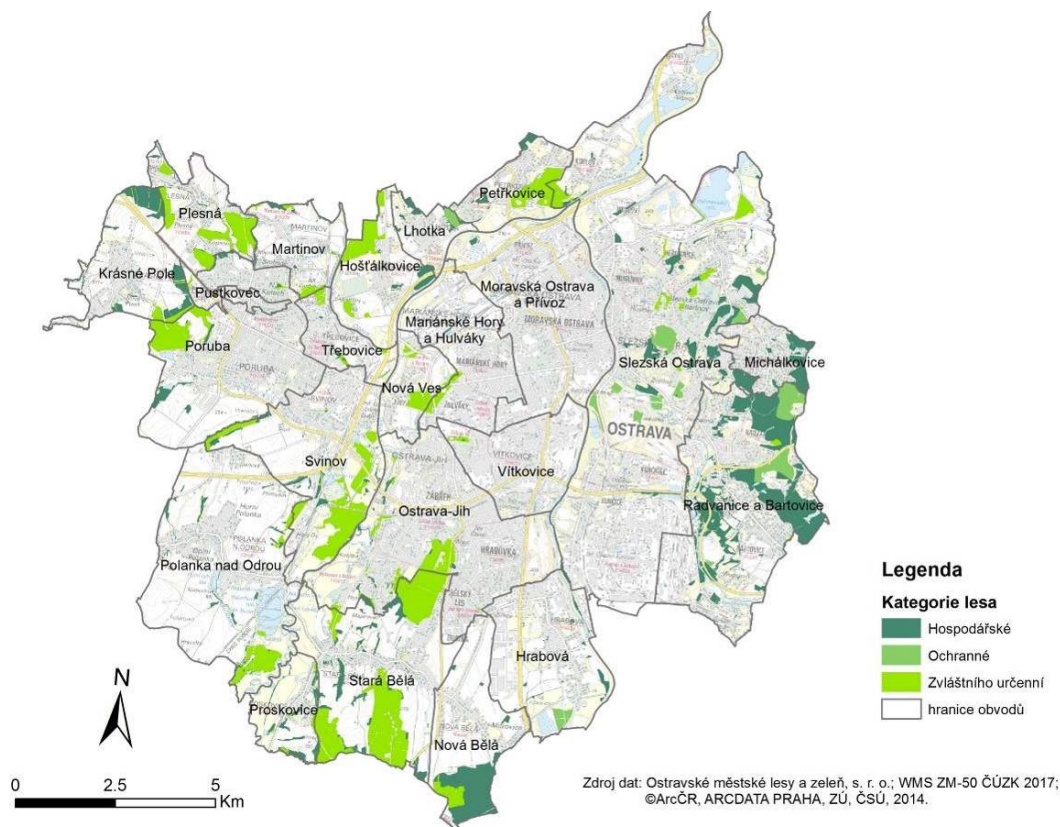
Legenda: Tmavě modrá – obecní a městské lesy (především město Ostrava), Světle zelená – Lesy ČR, s.p.

Ostravské městské lesy a zeleň, s.r.o. mají ve správě lesní celky jako

- Bobrovnický les (Hošťálkovice a Bobrovníky),
- Porubský les (Břeží),
- Hulvácký les (i lesopark Benátky),
- Bělský les,
- les Korýtko,
- lesní porosty v zoologické zahradě,
- Březiny,
- Černý les a jiné.

Jsou to plochy, ve kterých může statutární město Ostrava realizovat adaptační opatření a také je může přímo ovlivňovat. [14]

Ostravské lesy plní celou řadu dalších funkcí. Hlavně tedy funkci vodohospodářskou kvůli ochraně zdrojů pitné vody. S tím souvisí retenční funkce, kdy mají lesy schopnost zadržovat vodu v krajině především při období nedostatku vody. Méně důležitá je funkce hygienická, ke které dochází při eliminaci negativních vlivů z městské a průmyslové aglomerace. Estetická a krajinotvorná funkce je jako další. Při řešení problematiky související s globální změnou se lesy výrazně uplatňují. Funkci dřevo-produkční zvládají městské lesy, ale nechápou ji jako tu nejdůležitější. [14]



Obrázek 9: Kategorie lesa na území statutárního města Ostrava [14]

Vzhledem ke změnám klimatu se stav lesních porostů zhoršil díky narušování podkorním hmyzem, dřevokaznými houbami jako je především václavka, silnými větry, mokrým sněhem a přísušky. [14]

V lesích zaujímá smrk asi 18 %, listnaté stromy tvoří dvě třetiny rozlohy lesů a zbytek lesů s výjimkou smrku tvoří smíšené nebo jehličnaté stromy. Lesy, které jsou ve správě města, zaujímají 15 % rozlohy, což je asi necelých 150 ha. Zastoupení jehličnatých stromů postupně ubývá kvůli hmyzům a větrným kalamitám, které v minulém století zasáhly smrkové monokultury. Díky změně klimatu budou tyto jevy umocňovány. [14]

Smrkové porosty budou dále oslabovány díky zvýšené teplotě a nedostatku vody v letním období, a to zapříčiní lepší podmínky pro výskyt škůdců. Vývoj vegetačních stupňů bude ovlivněn také zvýšenou teplotou, ale taky bude docházet ke zhoršení podmínek pro smrk na území města Ostravy, které jsou už teď nevhodné. [14]

3.3.5 Zemědělská krajina

Zemědělská půda tvoří z celkové rozlohy města Ostravy kolem 8 243 ha, to je asi 38,5 % z celkové výměry města. Za posledních 10 let dochází v Ostravě dlouhodobě k úbytku zemědělské půdy. Z toho většina zemědělské půdy patří soukromým vlastníkům, na kterých hospodaří soukromé objekty, které město může ovlivňovat jen z části. [14]

V souvislosti problémů a rizika v zemědělství při klimatické změně je důležitý nárůst teplot, v letních měsících pak snižování srážek a nárůst meteorologických výkyvů.

Podstatné je také budoucí snížení množství sněhu, díky jehož tání je zdroj půdní vlhkosti. [14]

Díky změně klimatu bude hlavně ovlivněna rostlinná výroba, která je zdrojem potravin, krmiva a jiné suroviny. Zasáhnuta bude i genetická různorodost v zemědělství. Dále pak úrodnost a nebezpečí eroze půdy, kvalitu a dostupnost vody. Na druhou stranu můžeme brát jako pozitivní prodloužení délky vegetačního období, díky kterého můžeme pěstovat více teplomilných rostlin jako je například víno. Kvůli snížené dostupnosti vody bude omezena vyšší produkce biomasy díky zvýšené teploty a většímu množství CO₂ v ovzduší. Jako nejpodstatnější negativní dopadem ze změny klimatu je zemědělské sucho. Také jinak nazývané jako půdní sucho s nedostatkem vláhy pro zemědělské rostliny. Společně se i předpokládá zvýšená pravděpodobnost výskytu denního úhrnu srážek nad 10 mm. Které mohou zapříčinit v zemědělství vodní erozi půdy. Podmínky pro choroby a škůdce se díky zvýšeným teplotám ještě zlepší a tím se rozšíří i areál jejich výskytu. [14]

Záležitost eroze zemědělské půdy můžeme řešit několika opatřeními. Například jedním z opatření jsou komplexní pozemkové úpravy v rámci, kterých se řeší i protipovodňová a protierozní opatření. Dalšími jsou vymezení a realizace územního systému ekologické stability, zatravnění údolnic, organizační postupy v zemědělství, protierozní opatření v krajině jako zatravněvací pásy a příkopy a jiné. [14]

3.3.6 Sucho

Sucho je definováno jako výkyv hydrologického cyklu a projevuje se zejména v důsledku dlouhotrvajícího deficitu srážek, které je doplněno nadměrnými teplotami a zvýšeným výparem. Je také ovlivněno způsobem hospodaření v krajině a negativním poklesem půdy. Projevuje se zmenšením průtoků ve vodních tocích. Snížením retenční kapacity půdy, dochází k rychlému odtoku vody z krajiny, a tím dochází ke snižování stavu podzemní vody oproti normálnímu stavu v určitých časových obdobích. Z webových stránek www.klimatickazmena.cz vyplývá, že na území Ostravska je riziko extrémního sucha nižší než v jiných oblastech České republiky, jako je například Jižní Morava a Polabí. I tak musíme s tímto rizikem do budoucna počítat, protože se může čím dál častěji objevovat situace z roku 2015, kdy Českou republiku postihla významná epizoda sucha. Napomáhaly i vlny veder, což vedlo k vyschnutí krajiny. Jednalo se o druhý nejnižší úhrn srážek od roku 1961 a to mělo za příčinu výraznou negativní vláhovou bilanci, zvýšený počet požárů a zmenšení průtoků vodních toků hlavně ve středních a nižších polohách. [14]

Z pohledu zemědělské půdy má dlouhodobé sucho za následky především nedostatek vody pro závlahu, poškození úrody, zvýšené riziko požárů, snížení průtoků ve vodních tocích a zhoršení kvality povrchových vod, poškození nových stromových výsadeb a náročnější péči o zeleň. [14]

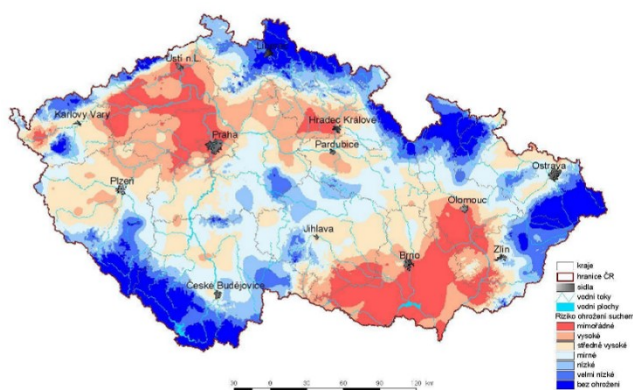
Adaptační opatření by měla v první řadě směřovat ke stabilizaci vodního režimu v krajině, posilovat vodní zdroje, jejich ochraně a efektivnímu využívání a zvládnutí extrémních hydrologických jevů jako povodní a dlouhotrvajícího sucha. [14]

S výskytem sucha souvisí i negativní vlivy způsobené člověkem v krajině. Hlavními faktory jsou nevhodné zvýšení odvodnění a erozní ohrožení půdy především v kontextu s používanou zemědělskou a lesnickou praxí, scelování pozemků do rozsáhlých půdních bloků, regulace koryt vodních toků a zvýšení zpevněných povrchů ovlivňující rychlý odtok vody v území. Díky těmto vlivům by byl potom narušen vodní režim krajiny s efektem rychlého odtoku vody z území a eliminací přirozeného zasakování. [14]

V rámci všech rizik můžeme dnes využívat integrovaného systému pro sledování sucha, tzv. Monitor sucha, který se zaměřuje na meteorologické a zemědělské sucho. [14]

Nesmíme zapomenout na potřebu zásobování průmyslu vodou. Může docházet k omezení dodávek průmyslové nebo užitkové vody pro průmysl a následné omezení průmyslové výroby. [14]

Na mapě můžeme vidět, že v současnosti na území Ostravy se vyskytuje mírné až středně vysoké riziko zemědělského sucha. [14]



Obrázek 10: Mapa ohrožení zemědělským suchem ve vegetačním období na území ČR (na základě analýzy vláhové bilance za období 1961–2000) [14]

3.3.7 Povodně

Na území České republiky byly pro zhodnocení povodňového rizika vytvořeny mapy povodňových rizik. V rámci České republiky jsou riziková území při přívalových deštích řešena podle metody kritických bodů. Tato metoda vymezila kritická místa v celé České republice a zároveň jsou tyto výsledky zahrnuty i do povodňového plánu Statutárního města Ostravy. [14]

Vliv na vznik a průběh povodní mají především přírodní faktory, a to geologické poměry, charakter srážek a lidská činnost. [14]

Přes území Ostravy protékají vodní toky, které patří do dílčího povodí Horní Odry. Toto povodí je i přes svou relativně malou rozlohu dost výškově členité. Větší část povodí se rozléhá na území, s vysokým množstvím ročních srážek. Proto je celkový odtok poměrně velký a značně nerovnoměrný, protože ve větší části povodí je charakter hornin nepříznivý pro akumulaci podzemní vody. Povodí Horní Odry můžeme rozdělit na dvě hydrologicky rozdílné oblasti s odlišným charakterem říční sítě, a to na jesenickou a beskydskou. Na rozdíl od toků jesenických je sklon beskydské sítě přibližně dvojnásobný, což má následek na průběh povodí. Problematická je teda část beskydských toků, do které patří Ostravice. Beskydská část se především vyznačuje největší rozkolísaností průtoků. Jako dalším problémem je urychlený odtok vody z povodí, který je zesílený regulacemi koryt vodních toků, nevhodným managementem a hospodařením v krajině. [14]

Povodně mají za následek několik škod, a to škody na majetku, ekologické škody, a hlavně ztráty na lidských životech. Jako zásadní přírodní jevy, které mohou za vznik přírodních povodní jsou považovány tání sněhů, dešťové srážky nebo chod ledů. Na území města Ostravy se vyskytují zejména letní povodně, které jsou způsobené déletrvajícemi regionálními srážkami o velké intenzitě s vysokými úhrny. Tyto srážky se projevují se zřetelnými důsledky na středních a horních vodních tocích. Těmito povodněmi jsou na území města Ostravy především ohroženy oblasti v okolí toků Odry, Ostravice, Opavy a Lučiny. Na celém území Ostravy je taky možný výskyt přívalových povodní, které jsou způsobené krátkodobými srážkami s velkou intenzitou. Tyto přívalové povodně představují lokální ohrožení s katastrofálními důsledky hlavně na menších vodních tocích. Problémem je obtížnost přesnějších metodologických předpovědí. Dalšími přirozenými povodněmi jsou zimní a jarní povodně, které vznikají díky rychlému tání sněhové pokrývky někdy i společně s dešťovými srážkami. Ohroženými oblastmi na území Ostravy těmito povodněmi jsou především v okolí významných toků Odry, Opavy, Ostravice, Lučiny a taky Porubky. Významný vliv na průběh povodňových situací mají vodní díla Šance, Morávka, Kružberk, Slezská Harta, Žermanice a do budoucna i Nové Heřminovy. [14]

V současnosti riziko výskytu povodní narůstá. Z meteorologického a klimatologického měření vyplývá, že výskyt silných srážek bude čím dál častější a jejich intenzita bude narůstat. Teď se vyskytují pouze v nepravidelných intervalech o nepravidelné intenzitě. [14]

4 OBSAH ADAPTAČNÍ STRATEGIE

Adaptace na změnu klimatu je proces přizpůsobení se aktuálnímu nebo očekávanému klimatu a jeho účinkům. Cílem adaptace je zmírnit škodu, vyhnout se jí nebo využít příležitosti. Vlivy sucha působí různou intenzitou na daná místa, a proto je třeba navrhnout každému městu vlastní adaptační strategii a opatření. Opatření se budou týkat zejména změnám počasí, vlnám horka a dalším možným negativním dopadům. [24]

Adaptační strategie je dokument, který zahrnuje opatření pro bezpečnou budoucnost a správné fungování statutárního města Ostravy, během 21. století vlivem měnícího se klimatu. Neobvyklé podmínky, problémová nebo riziková místa ve městě určují konkrétní opatření, které se těmto rizikům přizpůsobí. [24]

Vytvořená adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu, navazuje na Strategický plán rozvoje statutárního města Ostravy pro rok 2017-2023, který byl dokončen v roce 2017. Ze Strategického plánu vzešel konkrétní požadavek na vypracování Adaptační strategie města Ostravy. [24]

Ostrava patří mezi první z České republiky, která má již zpracovanou Adaptační strategii. [25]

Úkolem Adaptační strategie města Ostravy bylo především:

- Provést odhad budoucích skutečných hodnot vývoje jednotlivých klimatických charakteristik ve městě
- Stanovit hlavní dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu
- Vymezit nejrizikovější lokality a skupiny obyvatel ve městě
- Vytvořit koncept adaptačních opatření, která budou řešit hlavní rizika a dopady ze změny klimatu
- Vytvořit katalog vybraných projektů
- Zásobník pilotních projektů k realizaci.

Adaptační strategie města Ostravy vychází z její vize, která stanovuje v oblasti adaptace na změnu klimatu tyto strategické cíle, kterou jsou níže popsány v kapitole 5.

Strategické cíle:

1. Dostatek vody (dostatek kvalitní vody, ochrana před suchem, zlepšování nakládání s vodou)
2. Příjemné město (zlepšování stavu veřejné zeleně a veřejného prostoru v intravilánu)
3. Zdravá krajina (zlepšování stavu krajiny)
4. Ochrana klimatu (snižování produkce skleníkových plynů, zvyšování energetické účinnosti a podpora adaptací budov na změny klimatu – součástí adaptační strategie je i mitigační část, která umožňuje vnímat problematiku klimatu komplexně v obou souvislostech)
5. Lidé (ochrana zdraví, vzdělávání, prevence, péče o citlivé skupiny obyvatel)

Nástroje, které mohou významně přispět k adaptaci města, bude město Ostrava nadále rozvíjet. Bude hlavně pokračovat v naplňování závazků a iniciativ, které jsou uvedeny v rámci Paktu starostů a primátorů. Tyto závazky se z původních, zejména mitigačních aktivit mění ve prospěch adaptačních. [25]

Na základě cílů vyplývajících ze Strategického plánu, detailně zpracovaných v Adaptační strategii města Ostravy, se město Ostrava především zaměří na relativní projekty. Jako například na doplňování a na údržbu veřejné zeleně. Zeleň ve městě a okolní krajina bude doplňována systémem vodních prvků. Adaptační opatření budou uplatňována i při rekonstrukcích a nové výstavbě budov. Tato opatření budou zároveň zvyšovat i kvalitu bydlení ve městě. Ostrava bude zodpovědně nakládat se svými zdroji, například zvyšováním energetické účinnosti. Dále budou využívány šetrné a obnovitelné zdroje energie. Využívané vodní zdroje budou chráněny a efektivně využívány. Stabilita krajiny bude posilována. Tato opatření v rámci adaptace zlepši kvalitu života obyvatel města a zvýší i jeho atraktivitu pro další obyvatele a návštěvníky města Ostravy. [25]

Jedna z priorit strategického plánu je **Zdravé město**. Zřetelné zlepšení prostředí pro život ve městě, přitažlivější a funkční veřejný prostor na území celého města, uzdravení životního prostředí ve městě a nabídka kvalitnějšího bydlení, vše je účelem této priority. K naplnění této priority směřuje i adaptační strategie, která se také zaměřuje na zlepšování podmínek pro život ve městě Ostrava v důsledku změny klimatu. Budoucí vizí pro zlepšování podmínek ve městě je především zvyšování atraktivity veřejných prostranství a ploch veřejné zeleně, kvalitnější nakládání s vodou, zlepšování stavu krajiny, podpoření ekologicky šetrné formy dopravy, udržení výstavby a rekonstrukcí budov ve městě. [25]

Hlavními předpokládanými změnami a trendy z vývoje klimatu do roku 2100 v Ostravě jsou:

- Postupně narůstající průměrné roční teploty o cca 2,5-3 °C
- Výraznější výskyt horkých vln a jejich prodlužující se doba
- Narůstající dny bez srážek
- V letních měsících narůstající teplota až o 3-4 °C
- Městský tepelný ostrov ²
- Úbytek zimních a mrazivých dní ale nárůst letních tropických dní
- Na jaře a na podzim větší četnost srážek naopak v létě úbytek srážek
- Častější a intenzivnější výskyt povodní, přívalových dešťů, období sucha a požárů, tj. extrémních meteorologických jevů [9]

² Městský tepelný ostrov je dále rozebrán níže v podkapitole Urbanizovaná krajina viz. str.18

4.1 Krátkodobé cíle

Krátkodobé cíle jsou uváděny v měřítku do roku 2019. Ostrava se zaměří především na tyto cíle:

1. Zpracuje Akční plán adaptace města Ostravy na změny klimatu. Tento plán bude vycházet z adaptační strategie Ostravy. Cílem akčního plánu bude stanovit určité prioritní projekty a jejich časový harmonogram, kdy tyto projekty budou realizovány. Dalším prvkem Akčního plánu budou také zdroje financování těchto projektů.
2. Budou spuštěny konkrétní pilotní projekty v oblasti zlepšování kvality i funkce veřejné zeleně a nakládání se srážkovou vodou ve městě. Těmito projekty jsou například: Zelené tratě tramvají, Odstranění nepropustných ploch v Bělském lese, Revitalizace rybníků ve Výškovcích a tak dále.
3. „Budou připraveny podklady pro změnu legislativních předpisů, zejména v oblasti městských stavebních předpisů, aby v rámci města vznikaly stavby (případně rekonstrukce původních staveb), které již reagují na adaptační potřeby a byla tak maximálně efektivně využita adaptační kapacita především v nejvíce zranitelných lokalitách. Budou vytvořeny závazné požadavky v oblasti investic, aby i v nich byly zakomponovány principy adaptace.“ [25]
4. Odborná kapacita zaměstnanců úřadů v oblasti adaptace na změny klimatu bude posilována především formou průběžného vzdělávání. [25]

4.2 Střednědobé cíle

Do roku 2023 musí město Ostrava dále usilovat dostupnými zdroji o změnu myšlení obyvatel. Tím dosáhne toho, že se bude veřejnost podílet na procesu adaptace v souladu s vlastními aktivitami spočívajícími v péči o soukromý majetek.

Adaptační opatření na dopady a rizika ze změny klimatu jsou finančně velmi náročná, ale jsou samoúčelná a jsou oddělena od financování dalších cílů a potřeb. Z tohoto důvodu se řada adaptačních projektů promítá i do dalších cílů rozvoje města. Mezi plánované projekty, které využívají kombinované zdroje, patří například připravovaný projekt LIFE Tree Check. Tento projekt, „který je zaměřen na posilování odborných kapacit v rámci měst a realizaci pilotních projektů v oblasti městské zeleně a městského plánování.“ [25]

4.3 Dělení adaptační strategie

Adaptační strategie se dělí na několik částí:

1. Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu – **Analytická část včetně analýzy zranitelnosti a pocitové mapy horka**
2. Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu – **Návrhová část**
3. Adaptační strategie statutárního města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu – **Zásobník pilotních projektů**
4. **Akční plán** adaptace na dopady změny klimatu ve městě Ostrava
5. **Akční plán** adaptace na dopady změny klimatu ve městě Ostrava – **manažerské shrnutí**

Po jednotlivých tematických oblastech byla řešena Analytická část. Z výsledků vyplynuly nejvýznamnější a nejdůležitější problémy a rizika ze změny klimatu. Tyto problémy a rizika byly předloženy zástupcům odborů magistrátu města Ostravy a zástupcům některých odborných organizací jako součást dotazníku. Cílem dotazníku bylo zjistit, které problémy a rizika jsou vnímány jako ty nejdůležitější pro město. Jedná se o následující problémy a rizika: [26]

- Četnější a delší suchá období
- Doprava, která je zdrojem skleníkových plynů
- Vytápění jako další zdroj skleníkových plynů
- Častější výskyt přívalových dešťů a povodní
- Budovy jako součást městského prostředí
- Zmenšená dostupnost zeleně
- Zhoršení kvality ovzduší
- Díky přívalových dešťům dochází k erozím a degradaci půdy
- Kvůli zvýšeným teplotám a vlivem veder dochází ke zhoršení životních podmínek a zhoršení zdravotního stavu obyvatel
- Narušení ekologické stability krajiny
- Ohrožení smrkových porostů hlavně kůrovcem
- Přehřívání dopravních prostředků ve městě

Na tyto hlavní problémy a rizika ze změny klimatu reaguje Návrhová část. Návrhová část navrhuje budoucí vizi pro město v oblasti adaptace na změny klimatu a několik cílů a opatření, která má za úkol naplnit tuto vizi. Jedna z priorit strategického plánu je **Zdravé město**. Zřetelné zlepšení prostředí pro život ve městě, přitažlivější a funkční veřejný prostor na území celého města, uzdravení životního prostředí ve městě a nabídka kvalitnějšího bydlení, vše je účelem této priority. [26]



Obrázek 11: Ostrava – Nová radnice [27]

5 CÍLE A OPATŘENÍ

Vize: Na očekávané změny klimatu je statutární město Ostrava adaptováno, tak že je ve městě i v jeho okolí přijatelné množství udržované zeleně, která je vzájemně s městem propojena a doplněna vodními prvky. Jsou uplatňována vhodná adaptační opatření zejména při rekonstrukcích a nových výstavbách budov. Tato opatření zvyšují i kvalitu bydlení. Ostrava zodpovědně zachází se svými zdroji. Je například zvyšována energetická účinnost. Využívány jsou i šetrné obnovitelné zdroje energie. Vodní zdroje jsou chráněné a efektivně je město využívá a dochází ke stabilizaci krajiny. Díky tomu se zlepšuje kvalita života obyvatel města Ostravy a jeho přitažlivost. [28]

Z této vize budou vycházet strategické cíle, které by měly směřovat k jejímu naplnění. Strategické cíle budou dále vycházet i z dopadů a rizik, která jsou uvedena v přechozí kapitole. Tyto strategické cíle budou obohaceny systémem opatření, které jsou podrobněji rozepsaná níže. [28]

Strategické cíle jsou následující:

1. Dostatek vody

- a) Využití a retence vod ve městě
- b) Využití a retence dešťové vody v krajině
- c) Zajištění dostatečného množství kvalitní pitné vody
- d) Postupné zlepšování čištění odpadních vod

2. Příjemné město

- a) Zakládání nových ploch kvalitní veřejné zeleně a její vhodná údržba
- b) Začlenění vodních prvků do systému zeleně ve městě

3. Zdravá krajina

- a) Zvyšování ekologické stability a propustnosti krajiny
- b) Zlepšení protipovodňové a protierozní ochrany v krajině před účinky přívalových srážek
- c) Zajištění protipovodňové ochrany na vodních tocích
- d) Podpora přirozených funkcí lesa a adaptační opatření v lesních porostech

4. Ochrana klimatu

- a) Snižování spotřeby energie a vhodné využívání obnovitelných zdrojů energie
- b) Podpora realizace adaptačních opatření na budovách
- c) Podpora ekologicky šetrnějších forem dopravy a zavádění klimatizace v prostředcích MHD

5. Lidé

- a) Zlepšování podmínek zejména pro citlivé skupiny obyvatel
- b) Rozvoj varovných a informačních systémů a integrovaného záchranného systému
- c) Osvěta v oblasti změny klimatu

5.1 Zásadní typy adaptačních opatření

Zásadní typy adaptačních opatření můžeme rozdělit do čtyř skupiny. **Zelená** a **modrá** opatření, které jsou založena ekosystémově. **Šedá** opatření jsou stavební a technologická opatření a jako čtvrté opatření je **měkké**, které se týká změn ve správě, politických přístupů a chování společnosti. Využití těchto opatření by mělo spět k řešení všech dopadů a rizik vycházejících ze změny klimatu s účelem naplnění vize uvedené výše. [28]

1. Zelená opatření

Do zelených opatření zařazujeme přírodní a přírodě blízké prvky, které mají ve městě environmentální funkce. Podporují mírnit dopady a jejich projevy v důsledku změny klimatu a jsou přínosem pro obyvatelstvo města Ostravy. Adaptačním opatřením z hlediska zelené infrastruktury jsou například:

- Zelené střechy a zelené fasády
- Zeleň ve veřejných prostorech

2. Modrá opatření

Modrá opatření se zaměřují na využívání vody a nakládání s ní. Vodou můžeme ochlazovat a cílem je efektivnější nakládání s ní. Mezi adaptační opatření z hlediska modré infrastruktury můžeme zařadit například:

- Zlepšení zadržování vody včetně efektu zpomaleného odtoku
- Zvyšování propustnosti terénu a zasakování srážkové vody ve městech
- Využití stojatých a tekoucích vod ve městě

3. Šedé opatření

Šedá opatření se zabývají strukturami vytvořené člověkem, kterými jsou budovy a infrastruktura ve městě díky kterým jsou lépe snášeny extrémní projevy počasí. Můžeme mezi ně zařadit:

- Zateplování
- Stínění a ventilace
- Konstrukce, které jsou vodě odolné

4. Měkká opatření

Měkká opatření slouží hlavně k realizaci ostatních opatření ale jsou organizačního, administrativního a podobného charakteru. [28]

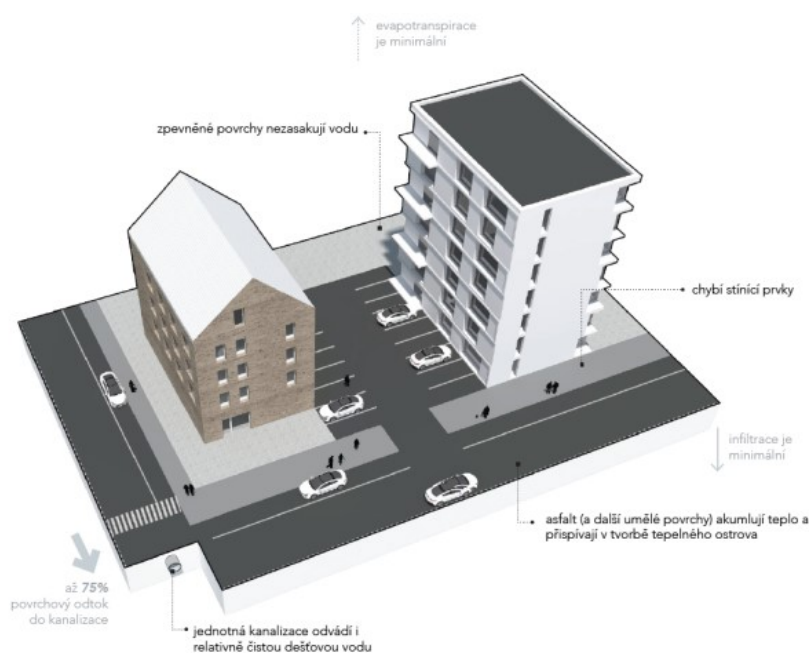
Tato čtyři opatření mohou vystupovat samostatně, avšak může docházet k jejich vzájemnému propojení a k jejich realizaci jako celku. Propojením modrého a zeleného opatření dochází k vytváření menších vodních ploch s doprovodnou zelení nebo také jako další příklad je podpora zasakování vody pomocí zatravněných pásů. Co se týče adaptačního opatření na budovách zde se jedná o propojení tří typů opatření například šedé opatření – stínící prvky, zelená opatření – zelená střecha nebo fasáda a modrá opatření – nádrže s dešťovou vodou. [28]

V souladu s adaptační strategií byla řešena i hlavní mitigační opatření. Mitigační opatření jsou opatření ke snížení vypouštění množství skleníkových plynů, která nemůžeme ignorovat a nemůžeme je ani od adaptačních opatření oddělit. Do mitigačních opatření patří zejména energetická opatření na budovách, která lze dále propojovat s ostatními opatřeními. Údržba je také jedním z mitigačních opatření případně i rozšiřování zelených ploch například rozšiřování příměstských lesů.

Na následujících schématech můžeme vidět základní principy fungování s i bez adaptačních opatření. [28]

Schéma s absencí adaptačních opatření

- Tmavé a umělé povrchy jako asfalt, mohou dosahovat při vlně veder až teploty okolo 50 °C a ovlivňují tak negativně kvalitu života obyvatel a jejich zdraví
- Dešťová voda se nevsakuje a tím se nedoplňují zásoby podzemní vody a ty poté chybí při extrémním suchu například
- Povrchy, které jsou zpevněné nezasakují vodu a tím vzniká ohrožení vzniku lokálních povodní při přívalových deštích
- Budovy nejsou dostatečně chráněné před předhříváním



Obrázek 12: Schéma s absencí adaptačních opatření [28]

Schéma s přítomností adaptačních opatření

- Zelené plochy fungují jako přírodní klimatizace
- Vodní plochy mají vyrovnávací funkci teploty a pozitivně ovlivňují mikroklima
- Dešťovou vodu můžeme používat na zalévání
- Vodu z komunikací filtrujeme a necháváme jí zasakovat
- Většinu plochých střech můžeme přeměnit na zelené střechy
- Zeleň také redukuje smog a přízemní smog
- Okolní biomasu doplňuje městská zeleň



Obrázek 13: Schéma s přítomností adaptačních opatření [28]

5.2 STRATEGICKÉ CÍLE

Níže jsou popsány mnou vybrané opatření pro každý strategický cíl.

5.2.1 DOSTATEK VODY

I. Využití a retence srážkových vod ve městě a krajině

Důsledkem změny klimatu je častější výskyt sucha a prodloužení délky období bez deště, proto je nutné zaměřit se na opatření, která přispějí k přirozenému zadržování srážkové vody v krajině, zpomalí odtok ze zpevněných ploch a udržují a zvyšují schopnost půdy vázat vodu. Při zpětném využívání těchto vod je můžeme doplnit recyklací odpadních (šedých³) vod z domácností. Tím se sníží spotřeba a čerpání vody pitné z jejich zásob. V ploše povodí je cílem adaptačního opatření co v největší míře snížit a zpomalit povrchový odtok vody. S tím úzce souvisí i minimalizace negativního vlivu prvků, které přispívají právě ke zrychlenému odtoku vody z krajiny. Těmito prvky jsou například zemědělská meliorační opatření⁴ zkapacitněna potoční a říční koryta. Zvětší se tak retence vody v krajině a doplní se zásoba podzemní vody. Za sníženou retenci v krajině může deficit vody v půdě. Tento deficit vede ke snížení evapotranspirace⁵, jejíž výsledkem při snížení je tak zvaný efekt městského tepelného ostrova. Města jsou tak vystavena zvýšenému riziku výskytu horkých vln, výskytu sucha, povodní a požárů. [28]

Nejčastějším systémem, který je v Ostravě praktikován je jednotný systém odvádění srážkových vod. Mísí se odpadní voda z domácností se srážkovou a je odváděna mimo urbanizované území na čistírnu odpadních vod. Tím je ovlivňován lokální hydrologický cyklus, který se projevuje snížením podzemní vody. U srážkových vod je problém v jejich znečištění, kdy například srážkové vody zachytávané z parkovišť obsahují významné množství posypových solí, různých olejů a zbytků ropných látek. Tyto vody musí být dodatečně předčištěné. Dalším způsobem, který se negativně projevuje je svádění mírně znečištěných vod společně se silně znečištěnými splaškovými vodami. Ty následně zhoršují jak chemicky, tak i ekologicky stav vodních toků, který už je zhoršený důsledkem sucha. [28]

³ Šedé vody jsou vody splaškové, které neobsahují fekálie a moč. Jsou to tak odpady z umyvadel, van, dřezů apod. Tyto vody můžeme dále po jejich úpravě využít jako vodu provozní pro závlahu zahrad nebo splachování toalety. Šedé vody se upravují pomocí malé čistírny šedých vod, tak aby nedocházelo k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a nebyla tak ohrožena jejich jakost a zdraví obyvatel města. [28]

⁴ Meliorační opatření jsou opatření, které vedou ke zlepšení úrodnosti půdy. Tyto půdy jsou málo úrodné nebo u nich došlo k nevhodným zásahům nebo působení vnějšího činitele ke snížení její produkční schopnosti. [29]

⁵ Evapotranspirace je fyzikální proces, při kterém se voda buď z kapalného nebo tuhého stavu přemění na vodní páru. Evapotranspirace vznikla spojením dvou slov. A to slovem evaporace, což je výpar z půdního nebo vodního povrchu nezakrytého vegetací a ze slova transpirace a ta vyjadřuje výdej vody z vegetace tedy z povrchu rostlin. [30]

Zasakování srážkových vod v urbanizované krajině města Ostravy je problém. Nejvíce nepropustných ploch je například v obvodech Vítkovice, Moravská Ostrava a Přívoz, Mariánské Hory a Hulváky, Třebovice a Ostrava-Jih. Na tyto oblasti by bylo vhodné se zaměřit zejména kvůli eliminaci sucha a efektu městského tepelného ostrova s cílem podpory vsakování srážkových vod. Vsakování můžeme podpořit například formou zvětšení zatravněných ploch, snížit množství nepropustných povrchů, výstavbou retenčních nádrží, které zachytávají vodu z většího území. Také je můžeme podpořit rekonstrukcí a obnovou veřejného prostranství a komunikací, které podporují infiltraci srážkovou vodu na daném místě. Množství nepropustných ploch můžeme eliminovat výstavbou ploch se šterkovými trávničky, dešťovými zahradami, zatravněvací dlažbou, využitím propustných či polopropustných materiálů při výstavbě a rekonstrukci parkovišť, příjezdových cest, pěších zón, vnitrobloků, kvěnatých záhonů, vsakovacích zahradních průlehů, vegetačních příkopů nebo pásů podél vozovky. Tato opatření také přispívají ke snížení zatížení kanalizací. [28]

Dalším důležitým prvkem při retenci dešťové vody a eliminaci sucha jsou malé vodní nádrže. Tyto nádrže nemají jen funkci hydrologickou a klimatickou ale dochází k výskytu stabilně vyvinutých mokřadních biotopů. Tyto biotopy mají za úkol podpořit zachování biodiverzity a stabilitu krajiny. Avšak riziko zvýšených výskytů přívalových dešťů může způsobit riziko ohrožení hrází u malých vodních nádrží. Proto se na těchto malých vodních nádrží provádí pravidelný technickobezpečnostní dohled. Kontroluje se hlavně stav hráze a stav funkčních objektů. Díky tomu se eliminuje riziko havárie. [28]

U vodních toků by se měla obnovit jejich retenční schopnost a ekologické funkce. Dosáhnout obnovy můžeme pomocí revitalizačními opatřeními a podporou re-naturalizačních procesů. Do výše, kterou umožňuje lokálně nastavený limit ochrany pro bezpečné převedení povodňových průtoků. [28]



Obrázek 14: Vsakovací rýha na ulici Nádražní v blízkosti budovy Elektra, [foto: Rotterová, 2019]

5.2.2 PŘÍJEMNÉ MĚSTO

I. Začlenění vodních prvků do systému zeleně ve městě

Díky vodním prvkům a prvkům zeleně a vzájemným vhodným propojením dojde ke zvýšení retence vody, zpomalení odtoku a její dočasné akumulaci, tím dojde k eliminaci tepelného ostrova a dalšímu předcházení negativním dopadům sucha. Díky vhodnému propojení těchto prvků se v městském prostředí stávají zdrojem biodiverzity a zpříjemňují tak prostředí pro obyvatele města Ostravy. [28]

Město leží na soutoku tří významných řek, a to řeky Odry, Opavy a Ostravice. Dalšími významnými vodními toky na území Ostravy patří mimo jiné i vodní toky Lučina a Porubka a řada dalších vodních toků, které jsou teď momentálně využívány jako rekreační a jejich hydromorfologický stav není zrovna ideální. [28]

Daným cílem města je zvýšit podíl a kvalitu dostupných vodních ploch, které jsou doprovázeny městskou rekreační zelení, jež by měly být snadno dostupné veřejnosti. „Základním opatřením je tedy revitalizovat stávající a zakládat nová propojení vodních ploch a ploch zeleně a napomoci jejich zpřístupnění a rekreačnímu využití.“ Propojením vodních a zelených ploch je například cyklotrasa, která vede podél toku Lučina. U takových vodních toků je další částí revitalizace především obnova jejich břehových porostů, které zajišťují ekosystémové funkce. Takovými funkcemi jsou čištění vod, ochrana před splachem, úkryty a hnízda některých živočichů, zajištění tepelné a vodní bilance a jiné. Dále je vhodnou součástí revitalizace podpoření tvorby tůní, jezírek, slepých ramen a mokřadů, které zvyšují estetický a biologický potenciál místa. Můžeme tyto prvky dále doplnit návštěvnickou infrastrukturou a zlepšit přístup do vody. Jako například informační cedule, mapky, pěší stezky, plochy k opalování. Nemělo by ale docházet k omezování průtočného profilu vodních toků. [28]

Vhodné pro tuto revitalizaci jsou některé z přítoků řeky Porubky nebo vodní tok Ščučí. A v plánu je revitalizace nábřeží řeky Ostravice. Bohužel díky antropogennímu ovlivnění některých toků by byla potřebná řada komplexních opatření, které by vedla ke zlepšení ekologického stavu vodních toků. [28]

Prvky zeleně můžeme vhodně zkombinovat s dalšími vodními prvky. Mezi ně patří například fontána, pítka, brouzdaliště pro děti a další estetické prvky. [28]



Obrázek 15: Nábřeží řeky Ostravice [31]

5.2.3 ZDRAVÁ KRAJINA

I. Zajištění protipovodňové ochrany na vodních tocích

Město Ostrava se s ohledem na čtenější výskyt extrémních srážek a poté i povodňových situací stává výrazně citlivější a zranitelnější. V zastavěných plochách je nutné zajistit bezpečné převedení vody skrz město. K tomuto účelu můžeme využít zvýšenou kapacitu koryta složeným profilem, meandrování, výstavbu protipovodňových parků a ochranných retenčních nádrží. [28]

Problémem u samotných koryt řek je zrychlený odtok vody díky historickému napřimování, regulaci koryt s nevegetačním opevněním břehů a podobně. Aby se zpomalil a vyrovnal odtok při extrémních srážkách je důležitá revitalizace⁶ a renaturalizace⁷ koryt s vytvářením postranních ramen, zákrut, meandrů a postranních tůň. Jedním z dalších problémů snižující zadržování vody v krajině je eliminace možnosti rozlivů vody do okolních říčních niv. Právě podpora revitalizace a renaturalizace říčních niv a břehových porostů může zvýšit zadržení vody v krajině a zpomalit tak její odtok. Oblasti okolo středních a větších vodních toků jako například toků Odry, Lučiny, Ostravice a Porubky je riziko povodní ovlivněné především déletrvajícími regionálními srážkami, které mají velkou intenzitu a vysoký úhrn. [28]

Výsledkem revitalizace a renaturalizace je i zlepšení ekologické funkce vodních toků v krajině. A to díky obnovení přirozeného vodního režimu a zlepšení hydromorfologického stavu vodních toků. [28]

Bleskové povodně, které jsou způsobené krátkodobými lokálními srážkami s velkou intenzitou, jsou hlavně největším problémem u malých vodních toků. Nejohroženější oblasti, které mohou být zasaženy bleskovými povodněmi, jsou Plesná, Polanka nad Odrou, Poruba, a Stará Bělá. U těchto malých vodních toků by bylo vhodné vytipovat retenční prostory pro zachytávání povodňových průtoků. [28]

Některé mostní objekty na drobných tocích jsou rizikové, co se povodní týče. Tvoří překážku v odtoku a tím způsobují vzdouvání vody. Tyto nevyhovující mosty by bylo potřeba po skončení jejich životnosti nahradit novými. [28]

Preventivně by se měl vyvíjet i funkční systém včasného varování obyvatelstva před přívalovými povodněmi vzhledem ke zvýšené četnosti přívalových srážek. Tyto systémy jsou na území Ostravy uplatňovány v rámci Povodňového plánu SO ORP Ostrava. Také je potřeba zvýšit informovanost obyvatelstva v lokalitách, kde hrozí povodeň. Protipovodňová ochrana je založena na správně zpracovaném protipovodňovém plánu, který bere v úvahu dopady a rizika ze změny klimatu a zahrnuje i adaptační opatření. [28]

⁶ Revitalizací se rozumí přestavění technicky upraveného koryta potoka nebo řeky do jeho přírodně blízkého stavu. Nebo se případně buduje nové, kterým bude to staré nahrazeno. [32]

⁷ Renaturalizace je samovolný vývoj, který vede k rozpadu technických úprav a obnově morfologických a biologických rysů přirozených koryt [33]

5.2.4 OCHRANA KLIMATU

I. Podpora realizace adaptačních opatření na budovách

Statutární město Ostrava je jednak vlastníkem, ale i provozovatelem velkého množství budov. Jako například úřadů, nemocnice a jiných zdravotních zařízení, mateřských a základních škol, sociální zařízení a objektů pro sport a rekreaci. Je také vlastníkem i bytových domů. Díky tomu může město ovlivňovat stav těchto budov, ve kterých lidé tráví mnoho svého času. [28]

K adaptaci budov na změny klimatu přispívají stavebně-technická opatření, ty mohou v první řadě zahrnovat zlepšení tepelně-technických vlastností vnějšku budov. Jsou to opatření, která zabráňují přehřívání interiéru, zastínění budov a oken a další materiály snižující absorpci tepla. [28]

Z technického a ekonomického hlediska jsou tato opatření v případě rekonstrukce budov neproveditelná. Proto je potřeba se hlavně soustředit na vlny veder. Ke snížení jejich dopadů mohou sloužit stínící prvky, systémy nuceného větrání s rekuperací a chladicí systémy. Zateplení budov neslouží jen ke stabilizaci teplot v zimě ale i v létě, kdy omezuje jejich přehřívání. Vliv na přehřívání mají i barvy fasád. Světlejší fasády odrážejí sluneční záření mnohem lépe než tmavé fasády. [28]

Eventuálně, kdybychom chtěli nakládat s dešťovými vodami, je žádoucí úprava povrchu taková, aby bylo umožněno zasakování nebo zadržování těchto vod. Je například třeba podporovat realizaci nádrží zachycující dešťovou vodu, která se pak dále využívá na zalévání zahrad a travních porostů. A dále je třeba podporovat realizaci pro využití šedých vod. [28]



Obrázek 16: Intenzivní zelená střecha – Svět techniky, Dolní oblast Vítkovice, [foto: Rotterová, 2019]

5.2.5 LIDÉ

I. Rozvoj varovných a informačních systémů a Integrovaného záchranného systému

V budoucnu bude docházet k četnosti výskytu katastrof, které jsou vyvolané změnou klimatu. To bude představovat zvýšené nároky na civilní ochranu hlavně na zdroje, krizový a záchranný management. V souladu s ochranou obyvatel jsou neodkladná technická a základní organizační opatření, mezi které patří včasná předpověď, následné varování, poté případně evakuace obyvatel, provádění záchranných a likvidačních prací. [28]

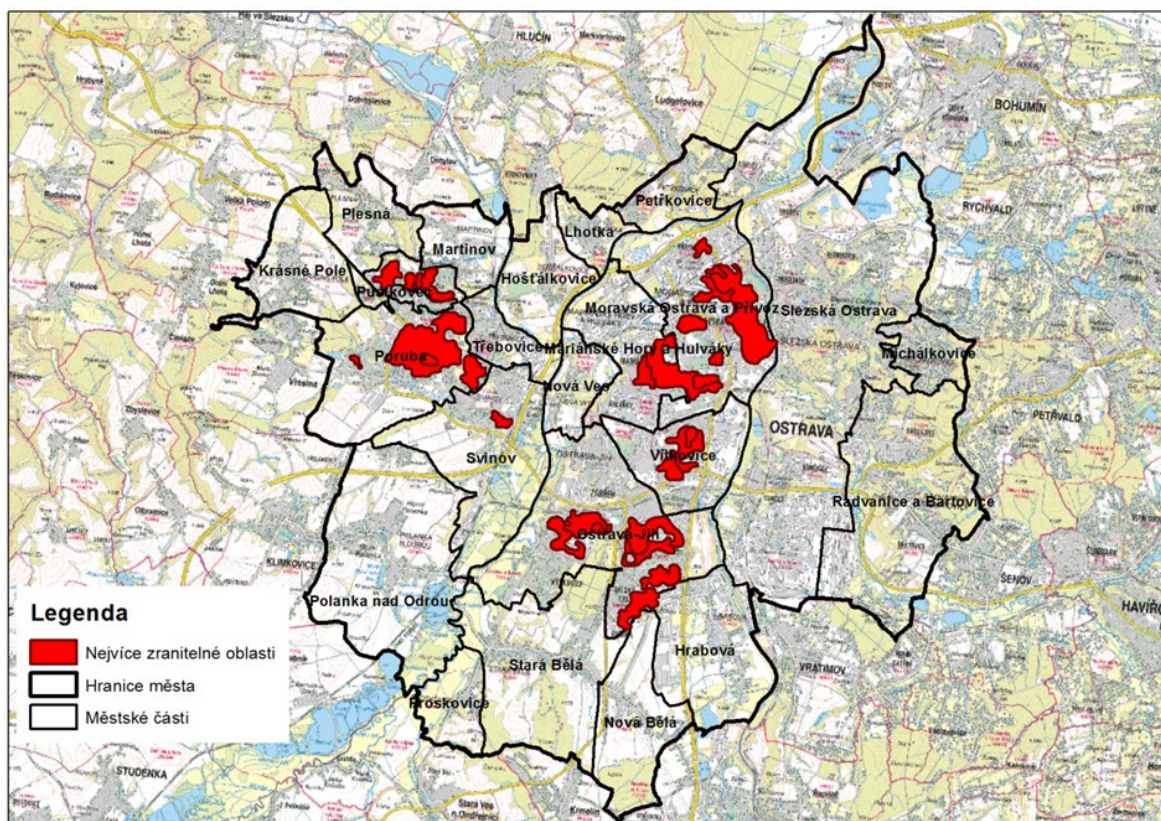
Informování obyvatel města musí být důkladně zorganizované, aby byli připraveni ke zvládnutí krizových situací obyvatelé všech věkových skupin. Nezbytné je dále posílení a rozvoj integrovaného záchranného systému (IZS), který má za úkol zabezpečit optimální spolupráci v postupu svých složek, při jejich přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Do integrovaného systému patří hasičský záchranný sbor ČR, Policie ČR, zdravotnická záchranná služba. [28]

Jako další z bezpečnostních hrozeb definuje Bezpečnostní strategie ČR z roku 2015, i pohromy přírodního a antropogenního původu a další mimořádné události. Bezpečnostní strategie zahrnuje i zlepšování podmínek pro akceschopnost IZS a spolupráci s Armádou ČR. Za účelem většího zapojení do řešení mimořádných událostí podporuje strategie i vybavení základních složek IZS a sborů dobrovolných hasičů. [28]

Do krizového plánu Statutárního města Ostrava patří mimo jiné i soubor operačních plánů dlouhodobějšího sucha a vedra, dále sněhové kalamity a extrémní mráz a větrné bouře. Tento operační plán Moravskoslezského kraje je základním plánovacím dokumentem, který obsahuje souhrn opatření a postupů k řešení krizových situací. Jeho smyslem je vytvořit takové podmínky, by zajistily připravenost na krizové situace a na jejich řešení. [28] [34]

6 KRITICKÁ MÍSTA

Mezi nekritičtější lokality města Ostravy byly podle analýzy zranitelnosti a zároveň podle největší populace, či lokality vykazující určitá specifika jako nemocnice a riziko povodní, vybrány tyto lokality, které jsou zobrazeny na mapě. [14]



Obrázek 17: Kritická místa Ostravy [14]

Moravská Ostrava a Přívoz

K obvodům s plošně zvýšenou náchylností k vyšším teplotám vzduchu patří podle analýzy Moravská Ostrava a Přívoz. Převážně nejnáchylnější je historické centrum města a jeho okolí a dále i jižní část Městského Obvodu Moravské Ostravy a Přívozu v okolí výstaviště Černá Louka. [14]

Mariánské Hory a Hulváky

V Mariánských Horách byla vymezena problematická plocha, která je náchylná k přehřívání a je zde i snížená dostupnost veřejné zeleně. Například se jedná o ulici 28. října, která je zastavěna po obou jejích stranách včetně i Mariánského náměstí. A bude se ul. 28. října dále zastavovat, naproti Domu kultury Vítkovice je v plánu vybudovat novou vědeckou knihovnu města Ostravy. [14]

Ostrava Jih

Jako další lokalitou, která je plošně náchylná k vyšším teplotám vzduchu, je městský obvod Ostrava Jih. Zejména se jedná o oblasti Zábřehu a Hrabůvky. [14]

Vítkovice

V městské části Vítkovice se především jedná o oblasti, které jsou v okolí vítkovických průmyslových areálů. Tyto areály mají velmi nepříznivé charakteristiky z ohledu přehřívání povrchů. Je zde i špatná dostupnost veřejné zeleně. [14]

7 ZÁVĚR

Změnu klimatu v posledních letech zažíváme na vlastní kůži všichni, a proto jsem se zabývala touto problematikou. Jsme svědky rozsáhlých povodní a zároveň pociťujeme velký nárůst teplot. Proto se město Ostrava, jako jedno z prvních měst v České republice, rozhodlo stanovit vlastní adaptační strategii na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu.

Byla popsána rizika a dopady, jak z globální stránky, tak z lokální části města Ostravy. V Ostravě lze nadále očekávat intenzivnější a čtenější období sucha. Za těchto podmínek bude docházet ke snižování průtoků ve vodních tocích a zhoršování kvality povrchových vod. Vlivem úbytku množství vody můžeme očekávat poškození úrody a ovlivnění rostlinné výroby.

Z adaptační strategie města Ostravy na dopady a rizika vyplývající ze změny klimatu, která byla zpracovaná v roce 2017 a schválena orgány města roku 2018 vyplynula nekritičtější místa ve městě. Těmito místy jsou Moravská Ostrava a Přívoz, Mariánské Hory a Hulváky, Ostrava Jih a Vítkovice. Je tvořena pěti strategickými cíli a zaměřuje se na zlepšení podmínek pro život ve městě. Některá opatření jsou již v procesu a některá se teprve chystají.

Ostrava má mnoho nepropustných ploch, proto bylo navrženo několik míst, kde byly vybudovány vsakovací rýhy. Ukázkovými příklady jsou vsakovací rýhy na ulici Nádražní a Sokolská. Dále se začínají budovat tzv. intenzivní zelené střechy, které zlepšují mikroklima, optimalizují zadržování a následné využití dešťové vody. Tyto zelené střechy můžeme najít v Dolní oblasti Vítkovic. Provádí se náhradní výsadba za uschlé smrkové porosty.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BRANIŠ, Martin a Iva HŮNOVÁ, ed. *Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší*. V Praze: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1598-1.
2. *VÍTEJTE NA ZEMI* [online]. Praha, 2013 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=globalni_zmena_klimatu&site=doprava
3. Globální koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře – měsíční průměry v posledních pěti letech. In: *GNOSIS* [online]. USA: Earth system research laboratory, 2019 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: https://magazin.gnosis.cz/snimky/co2_trend_gl.png
4. MORICE, Colin P., John J. KENNEDY, Nick A. RAYNER a Phil D. JONES. Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: The HadCRUT4 data set. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2012, **117**(D8), n/a-n/a. DOI: 10.1029/2011JD017187. ISSN 01480227. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1029/2011JD017187>
5. Global Temperature Record. In: *Climatic Research Unit* [online]. Anglie: Faculty of Science University of East Anglia, 2019 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/info/warming/gtc.pdf>
6. *CO JE GLOBÁLNÍ ZMĚNA KLIMATU?: Změna klimatu* [online]. [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://www.zmenaklimatu.cz/cz/fakta/zmena-klimatu>
7. Seasonal European precipitation anomalies for spring 1979 to autumn 2017. In: CLIMATE CHANGE SERVICE [online]. 2017, 2017 [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/inline-images/map10.png>
8. Before & after photos of melting glaciers capture climate change in action. In: NEW ATLAS.COM [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://img.newatlas.com/before-after-glacier-melt-4.jpg?auto=format%2Ccompress&fit=max&q=60&w=1000&s=6a4bb3266b923a0bdc8b383f76032518>
9. *ADAPTACE NA ZMĚNU KLIMATU VE MĚSTECH*. Nadace Partnerství, 2015. ISBN 978-80-87092-16-3.

10. KOPECKÝ, Václav a Jakub EBERLE. *Jak učit o změně klimatu?*. Praha: Asociace pro mezinárodní otázky, c2011. ISBN 978-80-87092-16-3.
11. EUROPEAN ENVIROMENT AGENCY. URBAN ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN EUROPE [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
12. TRETIRUKA.CZ [online]. 2012 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.tretiruka.cz/news/eea-klimaticka-zmena-jeji-dopady-a-zranitelnost-v-evrope/>
13. EVROPSKÁ AGENTURA PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ [online]. 2016 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/pressroom/newsreleases/zmena-klimatu-je-v-cele>
14. ADAPTAČNÍ STRATEGIE STATUTÁRNÍHO MĚSTA OSTRAVY NA DOPADY A RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ ZE ZMĚNY KLIMATU: *Analytická část včetně analýzy zranitelnosti a pocitové mapy horka*. Brno, 2017.
15. EKOLIST.CZ [online]. Praha, 2015 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/klimaticke-zmeny-prinesou-do-cr-vedra-a-sucho-adaptovat-na-nove-podminky-lze-i-budovy>
16. Gnosis [online]. Ostrava: Gnosis, 2019 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://magazin.gnosis.cz/rok-2018-byl-v-cr-nejteplejsi-od-zacatku-mereni/>
17. OČEKÁVANÉ DOPADY ZMĚNY KLIMATU V ČR [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap11.pdf
18. DOPAD KLIMATICKÉ ZMĚNY: KLIMATICKÁ ZMĚNA A KŮROVEC. LESYČR.CZ [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/kurovcova-kalamita/>
19. ZMĚNA KLIMATU A LIDSKÉ ZDRAVÍ [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: http://www.unbr.cz/Data/files/Změny%20klimatu/letak_poeditaci_Klimaticke_zmeny_maerial_WHO_v_cestine_2010.pdf

20. *IPRIMA.CZ* [online]. 2017 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z:
<https://zoommagazin.iprima.cz/zajimavosti/lekari-varuji-ze-zmeny-klimatu-zhorsuji-lidske-zdravi>
21. *EUROZPRÁVY.CZ* [online]. 2018 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z:
<https://eurozpravy.cz/pocasi/pocasi-v-evrope/237426-zmena-klimatu-zasadne-ovlivnuje-nase-zdravi-lidem-hrozi-obrovske-problemy-varuji-vedci/>
22. Heat island effect can turn deadly in extreme conditions. In: BUILDING DESIGN CONSTRUCTION [online]. 2018, 2018 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z:
https://www.bdcnetwork.com/sites/bdc/files/styles/content_display_image/public/Screen%20Shot%202018-07-17%20at%2010.43.27%20AM.png?itok=H4lwdqob
23. *KLIMATICKÁ ZMĚNA.CZ*. Klimatickazmena.cz [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/?l=2&m=9&f=4&e=b>
24. *ADAPTAČNÍ STRATEGIE STATUTÁRNÍHO MĚSTA OSTRAVY NA DOPADY A RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ ZE ZMĚNY KLIMATU: Manažerské shrnutí.*
25. *ADAPTAČNÍ STRATEGIE STATUTÁRNÍHO MĚSTA OSTRAVY NA DOPADY A RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ ZE ZMĚNY KLIMATU. ZDRAVÁOVA.CZ* [online]. 2017 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z:
<http://zdravaova.cz/adaptacni-strategie-na-zmeny-klimatu/?fbclid=IwAR1a26NIbwNgjz3Qe9DP0xf2MDJgG8qV2eY1hUke5YOO1HuWdEZig-NPgo4>
26. *ADAPTAČNÍ STRATEGIE STATUTÁRNÍHO MĚSTA OSTRAVY NA DOPADY A RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ ZE ZMĚNY KLIMATU: neprodejný dokument. Ostrava: Statutární město Ostrava, Odbor ochrany životního prostředí, 2018.*
27. *OSTRAVA*. In: CZECHTOURISM.COM [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <http://czechtourism.com/getmedia/9e5475ab-828d-4914-a351-d89df4c93bf3/t-ostrava-7.jpg.aspx/?maxsize=600>

28. *ADAPTAČNÍ STRATEGIE STATUTÁRNÍHO MĚSTA OSTRAVY NA DOPADY A RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ ZE ZMĚNY KLIMATU: Návrhová část.* Brno, 2017.
29. What are Land Improvements?. My Accounting Course [online]. [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.myaccountingcourse.com/accounting-dictionary/land-improvements>
30. EVAPOTRANSPIRACE. PŘÍRODA.CZ [online]. 2007 [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=922>
31. Nábřeží řeky Ostravice. In: FajnOva [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: http://fajnova.cz/wp-content/uploads/2017/04/DSC_8866.jpg
32. REVITALIZACE VODNÍCH TOKŮ. OCHRANA PŘÍRODY [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/>
33. STREAM BED RE-NATURALIZATION. NATURAL WATER RETENTION MEASURES [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <http://nwrn.eu/measure/stream-bed-re-naturalization>
34. KRIZOVÉ A HAVARIJNÍ PLÁNOVÁNÍ. HZSČR.CZ [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/krizovy-plan-kraje.aspx>

SEZNAM ZKRATEK

NASA-National Aeronautics and Space Administration

OSN-Organizace spojených národů

HadCRUT4-analýza teplotní řady

UK-United Kingdom

USA-United States of America

EEA – Evropská agentura pro životní prostředí

ČR-Česká republika

CO₂-oxid uhličitý

MHD-Městská hromadná doprava

SO ORP – Správní obvod obce s rozšířenou působností

IZS-Integrovaný záchranný systém

SEZNAM OBRÁZKU

Obrázek 1: Globální koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře – měsíční průměry v posledních pěti letech [3]	3
Obrázek 2: Odchytky globálního ročního průměru teploty vzduchu při zemském povrchu od průměru za období 1961-2017 [5]	4
Obrázek 3: Změny atmosférických srážek v Evropě [7]	5
Obrázek 4: Tání ledovce Stein Glacier ve Švýcarsku vlivem změny klimatu [8]	5
Obrázek 5: Heat island [22]	13
Obrázek 6: Pozorované a budoucí průměrné roční teploty v Ostravě (°C) v období 1961-2009 [14]	14
Obrázek 7: Pozorované a budoucí průměrné roční srážky v Ostravě (mm) [14]	15
Obrázek 8: Vlastnictví lesů na území města Ostravy a okolí [14]	18
Obrázek 9: Kategorie lesa na území statutárního města Ostrava [14]	19
Obrázek 10: Mapa ohrožení zemědělským suchem ve vegetačním období na území ČR (na základě analýzy vláhové bilance za období 1961–2000) [14]	21
Obrázek 11: Ostrava – Nová radnice [27]	27
Obrázek 12: Schéma s absencí adaptačních opatření [28]	30
Obrázek 13: Schéma s přítomností adaptačních opatření [28]	31
Obrázek 14: Vsakovací rýha na ulici Nádražní v blízkosti budovy Elektra, [foto: Rotterová, 2019]	33
Obrázek 15: Nábřeží řeky Ostravice [31]	34
Obrázek 16: Intenzivní zelená střecha – Svět techniky, Dolní oblast Vítkovice, [foto: Rotterová, 2019]	36
Obrázek 17: Kritická místa Ostravy [14]	38

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Odchylky průměrných teplot v ČR od roku 2010-2018 [16]	8
Tabulka 2: Budoucí skutečné hodnoty vývoje dalších teplotních charakteristik v Ostravě [23].....	16
Tabulka 3: Tabulka dalších srážkových charakteristik v Ostravě [14].....	17